

La gestion de l'eau douce dans les îles des Caraïbes

Par
Rébecca Hamel Pepin

Essai de double diplôme présenté au Centre universitaire de formation en environnement
et au Département de biologie en vue de l'obtention des grades de maître en
environnement et de maître en écologie internationale

Sous la direction de Monsieur Marco Festa-Bianchet
et de Monsieur Réjean De Ladurantaye

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
Cheminement de type cours en gestion de l'environnement

MAÎTRISE EN BIOLOGIE
Cheminement de type cours en écologie internationale

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Mai 2013

SOMMAIRE

Le présent essai vise à examiner les mesures de gestions et d'utilisations actuelles de l'eau douce dans les îles des Caraïbes, ainsi que proposer des améliorations pour optimiser l'utilisation de l'eau par les usagers, amoindrir les effets sur l'environnement et diminuer la contamination de l'eau potable. Pour ce faire, l'état actuel de la qualité et la quantité des eaux douces a été déterminé et les usages et les aspects environnementaux affectés ont été mis en évidence pour la majorité des îles des Caraïbes. De façon générale, l'eau est une ressource précaire et contaminée, l'environnement est dégradé et la majorité des communautés ne semble pas sensibilisée à l'importance de leurs impacts sur la ressource en eau. Par la suite, une partie des stratégies de gestion utilisées dans les Caraïbes et hors de cette région, afin de protéger les sources d'eau douce naturelle, est inventoriée et analysée. Il en ressort que, plusieurs projets et stratégies sont actuellement présents dans les Caraïbes, mais peu d'entre eux semblent impliquer toutes les parties prenantes et tenir un fort succès. Pour ce qui est des exemples hors de la région des Caraïbes, ces projets et stratégies démontrent qu'il est possible de procéder à des projets efficaces dont les extrants sont favorables à la durabilité de la ressource en eau en un tel contexte. Finalement, l'importance relative de la gestion intégrée des eaux dans la gestion de l'eau douce est démontrée, et ce, à l'aide d'explications et d'exemples. Puis, des améliorations et des pratiques adaptées à la situation des Caraïbes sont proposées. Parmi, celles-ci, il y a d'appliquer dès maintenant la gestion intégrée de la ressource en eau au niveau national, de mettre en place des projets de reforestation, de captation de l'eau de pluie et de filtration de l'eau au niveau local. Les projets doivent inclure une vue d'ensemble de la problématique et rediriger les actions menaçantes envers l'environnement.

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier mes directeurs, Réjean De Ladurantaye et Marco Festa-Bianchet de m'avoir aidé tout au long de la rédaction de mon essai. Leurs commentaires ont été d'une grande aide.

Je voudrais aussi remercier Ana Flores Dominguez, Jose Manuel Blanco, Marie-Ève Tellier d'HG Environnement, qui ont bien voulu me rencontrer afin de discuter avec moi des projets qu'ils réalisent dans la région des Caraïbes, ainsi que partager avec moi de leur expérience de travail dans ces contextes. Merci à Jason Lalonde, d'avoir été mon premier contact avec l'entreprise.

De plus, je voudrais remercier de tout coeur Christine Hamel, Karine McCarthy, Dania Habib et Michael Deetjens d'avoir participé à la correction de l'essai. Leur aide a été grandement appréciée.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 ÉTAT ACTUEL DES SOURCES D'EAU POTABLE	3
1.1 La demande en eau dans les îles des Caraïbes.....	3
1.1.1 Jamaïque	5
1.1.2 Haïti	6
1.1.3 République dominicaine.....	6
1.1.4 Barbade	8
1.1.5 Antigua et Barbuda	9
1.1.6 Trinidad et Tobago	10
1.1.7 Bahamas	10
1.1.8 Autres îles.....	10
1.2 Information répertoriée sur la quantité des eaux de surface et souterraine	12
1.3 Information répertoriée sur la qualité des eaux de surface et souterraine	14
1.3.1 Sources de contamination.....	14
1.3.2 Degrés de contamination	18
1.4 Inventaire des usages anthropiques	22
1.4.1 Couvert forestier	22
1.4.2 Terres agricoles et activités minières.....	25
1.5 Influence présumée des changements climatiques.....	27
1.6 Influences sur le biote	29
1.7 Problématiques les plus importantes en matière de gestion de l'eau dans cette région	30
2 STRATÉGIES DE GESTION DE L'EAU DOUCE DANS LES ÎLES DES CARAÏBES.....	32
2.1 Réduction de l'utilisation de l'eau douce.....	33
2.1.1 Sensibilisation à l'importance de la ressource en eau	33
2.1.2 Sensibilisation aux gaspillages dans les résidences.....	35
2.1.3 Sensibilisation des responsables du transport.....	36
2.1.4 Utilisation de l'eau dans le secteur agricole.....	37
2.1.5 Secteur industriel	40

2.2	Diminution de la contamination	41
2.2.1	Contamination de l'eau par les pratiques agricoles.....	41
2.2.2	Traitement des eaux usées	43
2.3	Restauration des écosystèmes.....	45
2.3.1	Les aires protégées.....	45
2.3.2	Reforestation.....	46
2.4	Recharge artificielle.....	49
2.5	Récupération de l'eau de pluie	50
2.6	Bassin de rétention	54
2.7	Dessalement.....	55
2.8	Principaux organismes qui ouvrent dans le domaine	55
3	EXEMPLES DE STRATÉGIES DE GESTION DE L'EAU DOUCE RETROUVÉES DANS LE MONDE EN RÉPONSE AUX PROBLÉMATIQUES DES ÎLES DES CARAÏBES	60
3.1	Niveau régional	60
3.1.1	Propriété des systèmes d'irrigation, Mexique	60
3.1.2	Gestion du bassin versant à Tokyo, Japon	61
3.1.3	Gestion de bassin versant à Sydney, Australie.....	64
3.1.4	Plan de développement durable de Viti Levu, Fidji.....	65
3.1.5	Plan de gestion de l'eau à Cobija, Bolivie.....	66
3.1.6	Récupération de l'eau douce à Maharashtra, Inde.....	69
3.2	Action locale	71
3.2.1	Technologie de filtration de l'eau à Bhubaneswar, Inde	71
3.2.2	L'utilisation des aquifères souterrains aux Émirats arabes unis	72
3.2.3	Reforestation au Kenya	74
3.2.4	Reforestation à Bornéo, Malaisie.....	76
3.2.5	Rôle du palmier à sucre à Bornéo, Malaisie	79
3.2.6	Projet connexe à la reforestation à Bornéo, Malaisie.....	80
4	LA GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE EN EAU	82
4.1	Une gestion améliorée de la ressource en eau.....	82
4.1.1	Le principe de la gestion intégrée de la ressource en eau	83
4.1.2	L'implantation de la gestion intégrée de la ressource en eau	89

4.2	Rôle de la gestion intégrée de la ressource en eau pour les Caraïbes.....	91
4.2.1	La GIRE dans les Caraïbes	91
4.2.2	Les programmes pour la GIRE dans les Caraïbes	92
4.2.3	L'état d'avancement de la GIRE	96
4.3	Recommandations	99
4.3.1	Niveau national	99
4.3.2	Niveau local	101
CONCLUSION		105
RÉFÉRENCES		107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Demande en eau annuelle.....	7
Tableau 1.2 Distribution en pourcentage des ménages par type d’approvisionnement en eau : recensement de 2000	11

LISTE DES FIGURES

Figure 4.1. Démontre le cycle des différentes étapes de la GIRE	87
---	----

LISTE DES ACRONYMES

Associés CARICOM : Anguilla, Bermudes, îles Vierges britanniques, Îles Caïmans, Îles Turques et Caïques.

CEHI : Caribbean Environment and Health Institute (Institut caribéen de l'environnement et de la santé).

États membres CARICOM : Antigua et Barbuda, Bahamas, Barbade, Belize, Dominique, Grenade, Guyane, Haïti, Jamaïque, Montserrat, Saint-Christophe-et-Niévès, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, Suriname, Trinité-et-Tobago.

GBM : Green Belt Movement

GEF-IWCAM : Global Environment Facility - funded integration watershed and coastal management project

GPS : Geographic Positioning System (Système de positionnement géographique)

GWP : Global Water Partnership

OTEP : Overseas Territories Environment Programme (Programme pour l'environnement chez les territoires à l'étranger)

PEID : Petits États Insulaires en Développement.

UCC-Water : UNEP Collaborating Center on Water and Environment

UNEP-DHI : Programme sur l'environnement des Nations Unies – DHI (Un centre d'expertise sur la ressource en eau)

INTRODUCTION

Actuellement dans le monde, environ 20 % de la population vit en régions où l'eau est une ressource rare (UN, 2013). À présent, l'accès à l'eau a été reconnu par les Nations Unies comme un droit fondamental (UN, 2013). Toutefois, ce n'est pas parce qu'il est maintenant reconnu que chacun a soudainement un accès à l'eau potable à domicile ou près de l'habitation. Cela signifie seulement que les décideurs doivent maintenant faire de ce droit une priorité et travailler à apporter de l'eau à tous (UN, 2013). Malgré la bonne intention, une eau de bonne qualité ne va tout de même pas apparaître dans les régions pauvres ou arides. En parallèle à la déclaration de ce droit, les écosystèmes sont de plus en plus dégradés. Les services écologiques comme l'apport d'eau douce, la prévention des glissements de terrain et des inondations sont perturbés (Birdlife International, 2010). L'eau naturelle est ainsi dégradée ou surexploitée. Les régions s'assèchent et un règlement ne peut modifier directement les régimes hydriques. Il est donc nécessaire de développer une conscience environnementale si l'on veut abreuver la planète.

Ainsi, l'évaluation des techniques de gestion de l'eau aux niveaux national, régional et local pour la région des îles des Caraïbes semble un thème pertinent. De plus, ce sujet respecte les attentes dans le cadre d'un essai qui rassemble à la fois les notions de gestion de l'environnement et d'écologie.

L'objectif général de cet essai est d'examiner les mesures de gestion et d'utilisation actuelle de l'eau douce dans les îles des Caraïbes et de proposer des améliorations pour optimiser l'utilisation de l'eau, amoindrir les effets sur l'environnement et diminuer la contamination de l'eau potable. De là découlent les objectifs spécifiques suivants :

- Déterminer l'état actuel en termes de qualité et quantité des eaux douces et dégager les usages et les aspects environnementaux affectés dans la majorité des îles des Caraïbes.
- Inventorier et analyser les stratégies de gestion afin de protéger les sources d'eau douce naturelles employées dans la majorité des îles des Caraïbes.

- Démontrer l'importance relative de la gestion intégrée des eaux dans la gestion de l'eau douce et proposer des améliorations et des pratiques adaptées à la situation des Caraïbes.

La méthodologie utilisée dans ce travail était une revue de la littérature, accompagnée d'une analyse et une critique de l'information. La critique est présente davantage au niveau du chapitre deux, trois et quatre. Le chapitre un recense l'information nécessaire afin de dresser un portrait de la situation des Caraïbes concernant l'eau. Les sources d'informations utilisées comprennent des articles de périodiques, des rapports et les sites internet d'organismes gouvernementaux et non gouvernementaux impliqués dans la gestion des eaux ou autres aspects de l'environnement. La majorité des sources d'informations ont été publiées récemment, les informations moins récentes comprennent des principes de base ou des rapports dont les plus récents ne sont pas encore disponibles.

Le développement de l'essai va comme suit. Le premier chapitre représente une étendue des connaissances actuelles sur la situation de l'eau dans certains pays de la région des Caraïbes. Le second chapitre est un inventaire des différentes techniques, au niveau local ou régional, employées par les Caribéens afin de récupérer ou préserver la ressource en eau. Le chapitre trois apporte des techniques utilisées hors de la région des Caraïbes afin de gérer ou préserver la ressource en eau. Le chapitre quatre décrit la voie de la gestion qui devrait être appliquée afin d'obtenir une gestion durable de la ressource en eau. De plus, ce dernier chapitre comprend des recommandations déduites à la suite de la constatation du type de gestion de la ressource en eau pratiquée dans les Caraïbes et quelles techniques employées ailleurs pourraient servir d'exemples ou d'une partie de la solution.

1 ÉTAT ACTUEL DES SOURCES D'EAU POTABLE

Les Caraïbes se composent de trois grands groupes d'îles, c'est-à-dire les Bahamas, les Petites Antilles et les Grande Antilles (Jamaïque, Cuba et Hispaniola). Ces îles bien qu'elles fassent partie d'une même région détiennent des réalités qui diffèrent. Ce chapitre abordera l'état actuel des sources d'eau douce. Premièrement, il sera question de l'utilisation et la demande en eau de certaines îles des Caraïbes. Enchainera un portrait général des sources d'eau douce que l'on retrouve sur ces îles et les agents de contamination qui affectent la qualité de l'eau. Par la suite les impacts potentiels des changements climatiques sur ces mêmes sources. La fragilité des écosystèmes aquatiques de ces îles, du point de vue biotique, sera abordée et finalement, seront définies les problématiques de cette région.

1.1 La demande en eau dans les îles des Caraïbes

De façon générale, il est établi que la situation de l'eau douce dans les Caraïbes est très préoccupante pour chacune des parties prenantes, c'est-à-dire les usagers, le gouvernement, les organisations gouvernementales et non gouvernementales (Ballestero Vargas, 2012). Plus particulièrement, il s'agit de l'eau douce de bonne qualité ou potable qui est très limitée. Par eaux douces potables, les Nations Unies incluent celles branchées aux maisons, qui proviennent de bornes-fontaines publiques, de forages, de puits creusés et protégés, ainsi que les eaux de source et la collecte des eaux pluviales. Tandis que les sources d'eau non améliorées sont les puits, les sources non protégées, les rivières ou les étangs et celles fournies par des camions (CARICOM, 2008).

La source d'eau principale que l'on retrouve sur les îles des Caraïbes sont les eaux de surface et la majorité de la population a accès à de l'eau douce par un service d'aqueduc. Cependant, celui-ci ne garantit pas une bonne qualité d'eau ni un service continu et en moyenne 40 % des eaux traitées sont perdues dans des fuites de la canalisation ou par une mauvaise utilisation domestique (Ballestero Vargas, 2012). De plus, 45 millions d'habitants de la région Caraïbe-Amérique latine n'ont pas accès à une eau douce et sécuritaire pour la santé humaine (Ballestero Vargas, 2012). En effet, si l'on regarde seulement dans la région des Caraïbes, Walling *et al.* (2005)

mentionnent qu'en 2002 la quantité moyenne d'eau disponible pour chaque personne était 2 532 m³ par année. Cette quantité pouvait varier et descendre jusqu'à 1 000 m³ pour certaines populations, c'est-à-dire sous le seuil du déficit en eau pour un pays (Walling *et al.*, 2005).

Différents facteurs vont influencer directement la qualité et la quantité de l'eau dans les îles des Caraïbes. Un des facteurs très importants est la demande en eau qui exerce une pression sur la ressource. Par exemple, l'utilisation des terres pour construire des habitations et pour le développement urbain a augmenté rapidement au cours des 30 dernières années dans les Caraïbes (Walling *et al.*, 2005). Ce développement a évidemment accru la pression sur les services environnementaux, entre autres, l'approvisionnement en eau douce (Birdlife International, 2010). La pression se ressent particulièrement au niveau de l'apport fiable d'eau propre (Birdlife International, 2010).

En 2010, la demande dépassait déjà la capacité de support, due principalement à la demande énorme des secteurs agricole et touristique (Birdlife International, 2010). À eux seuls, ils surpassent la capacité naturelle d'approvisionnement. On remarque d'ailleurs que le tourisme est un grand consommateur d'eau et ironiquement, les îles qui enregistrent les plus graves pénuries d'eau sont aussi les plus prisées par le tourisme de masse (Birdlife International, 2010). Parallèlement, lorsque la demande dépasse l'offre et qu'il se produit une diminution de la quantité d'eau dans les aquifères, il se produit la perte de certains services rendus par les écosystèmes aquatiques (Cardi, 2011).

D'autre part, il a été remarqué que des perturbations du paysage à l'intérieur des bassins versants ont entraîné une diminution de la disponibilité, de la qualité et de la fiabilité des sources d'eau. Ces perturbations affectent aussi la qualité de vie de ces écosystèmes, en entraînant une érosion des sols des bassins versants en amont et en y introduisant des polluants (Birdlife International, 2010; Cardi, 2011).

D'autres facteurs moins directs vont aussi influencer la disponibilité de l'eau douce, entre autres, certaines lacunes du côté organisationnel. Les limites en ressources humaines et financières, le manque de transparence et la compétition pour les terres déteignent sur l'efficacité de la gestion

de l'eau. Ces lacunes font en sorte que les suivis environnementaux et par le fait même des sources d'eau ne sont pas tous adéquats pour aider à la planification de mesures de gestion efficace (Bynoe, 2008; Cardi, 2011).

1.1.1 Jamaïque

Selon Birdlife International (2010), la région de Cockpit est la source d'eau douce pour presque la moitié des Jamaïcains, plus précisément pour 40 % de la population. Cette région est importante au niveau de la régulation des flux d'eau et joue un rôle dans la prévention des débordements pour plusieurs cours d'eau de l'ouest de la Jamaïque (Birdlife International, 2010). Une seconde source d'eau pour les Jamaïcains est située dans les zones clés pour la biodiversité *Blue* et *John Crow Montains*. Celles-ci approvisionnent l'extrême Est de la Jamaïque (Birdlife International, 2010). Finalement, la zone clé pour la biodiversité Cockpit Country et les zones clés adjacentes sont les sources d'eau douce pour le reste de la population (Birdlife International, 2010). Il faut aussi souligner qu'en 1996, c'est 85 % de la population de la Jamaïque qui s'était reliée au service d'eau publique (CARICOM, 2008).

L'utilisation de l'eau par les Jamaïcains a tout de même évolué avec les années. Des années 1995 à 2000, l'approvisionnement en quantité d'eau public était de 300,45 millions de m³/an (CARICOM, 2008). Par la suite, cette quantité a augmenté en 2001 à 41,855 millions de m³ d'eau par an pour la population (CARICOM, 2008). Ces quantités d'eau représentent l'extraction à des fins d'approvisionnement personnel. Toutefois, en considérant l'extraction totale d'eau, entre les années 1990 et 1999, l'extraction a réduit de 613 millions de m³ d'eau. En 1990, ils ont puisé 63 millions de m³ d'eau de surface et 850 millions de m³ d'eau douce souterraine. Puis en 1999, c'est 114 millions de m³ qu'ils ont retirés des eaux douces de surface et 186 millions de m³ des eaux douces souterraines (CARICOM, 2008).

Des données indiquent qu'en 1995, 75 % de l'eau douce de surface est destinée aux secteurs de l'agriculture, les activités de pêcheries et les activités forestières (CARICOM, 2008). Pour ce qui est des ménages, ceux-ci utilisaient 17 % de cette eau douce de surface. Les industries en ont utilisé 7 % et 1 % pour les activités économiques (CARICOM, 2008). Il est donc facile d'identifier le

secteur de l'agriculture et des pêches, comme le premier consommateur d'eau douce en Jamaïque.

1.1.2 Haïti

En Haïti, une des sources majeures d'eau pour les habitants de Port-au-Prince est le bassin versant retrouvé au massif de la Selle (Birdlife International, 2010). Les villes de Cayes, Port Salut, Tiburon et Jérémie sont desservies par les trois bassins versants qui se retrouvent au massif de la Hotte (Birdlife International, 2010). Toutefois, ces villes sont sujettes à des inondations et des glissements de terrain provoqués par des tempêtes tropicales ou des cyclones, ce qui cause une dégradation importante de leurs bassins versants en amont (Birdlife International, 2010).

La consommation d'eau en Haïti se fait principalement pour l'agriculture qui utilise jusqu'à 90 % de leur eau (Walling *et al.*, 2005; Birdlife International, 2010). En Haïti, comme dans une grande majorité de la région des Caraïbes, la superficie de terre est restreinte, ainsi les cultivateurs pratiquent l'agriculture sur les flancs de collines, et ce avec de mauvaises techniques ou des techniques mal adaptées à cette situation (Birdlife International, 2010). Ces pratiques, en plus d'être peu productives, favorisent l'érosion, perturbent le système hydraulique et diminuent l'efficacité de l'irrigation.

1.1.3 République dominicaine

La source importante d'eau douce en République dominicaine provient des eaux douces souterraines, aussi représentées comme eau de source et de puits (Harlan *et al.*, 2002). Ils ont aussi construit plusieurs réservoirs d'eau, afin de subvenir aux besoins pour l'irrigation et l'hydroélectricité (Harlan *et al.*, 2002). Cependant, ces réservoirs ont perdu en 2001 de 10 à 25 % de leur capacité de rétention, due à une accumulation de sédiments attribuable à une forte érosion des bassins versants (Harlan *et al.*, 2002).

Dans les régions urbaines de la République dominicaine, 62 % de la population sont connectés à un service d'aqueduc et 35 % ont accès à un point d'eau public à l'intérieur d'un périmètre de

200 m, depuis leur maison (Harlan *et al.*, 2002). Ainsi, malgré l'effort déployé par les acteurs pour l'accès à l'eau, il y avait toujours, en 2002, 850 000 habitants de la région urbaine qui n'avaient pas un accès public à de l'eau potable (Harlan *et al.*, 2002).

Une étude de Harlan *et al.* (2002) indique qu'en 1998 la République dominicaine détenait suffisamment d'eau afin de fournir les secteurs domestiques, agricoles et industriels. Toutefois, les différents secteurs n'ont pas reçu une part équitable de la ressource en eau, ce qui provoquait des pénuries. Plus spécifiquement où ils utilisaient beaucoup l'irrigation, l'agriculture a mobilisé beaucoup d'eau au détriment des autres secteurs. Le tableau 1.1 de *Annual Water Demands* (Harlan *et al.*, 2002) indique que la demande en eau pour l'irrigation représente la plus grande des demandes, elle atteint 7 500 Mm³/an. Le secteur résidentiel représente la deuxième plus grande demande en eau avec 1 450 Mm³/an. Par la suite, on retrouve les secteurs de l'environnement (500 Mm³/an), l'industriel (305 Mm³/an), l'élevage (45 Mm³/an) et finalement le tourisme (40 Mm³/an).

Tableau 1.1 Résumé de la demande en eau annuelle

Type d'usage	Quantité d'eau (Mm ³)
Domestique	1 450
Irrigation	7 500
Tourisme	40
Activités de pâturage	45
Environnemental	500
Industriel	305

(traduction libre de : tableau 2 Harlan *et al.*, 2002)

Le secteur de l'agriculture, tel que mentionné plus haut, représente la plus grande demande en eau. Malheureusement, il n'utilise pas adéquatement les quantités d'eaux et l'inefficacité de l'irrigation est telle qu'il y a seulement de 18 à 20 % de l'eau employée qui apporte un réel changement dans la production des récoltes (Harlan *et al.*, 2002).

Pour ce qui est du secteur domestique, 48 % de la population est reliée à un système d'aqueduc public à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations sur des lots privés (Harlan *et al.*, 2002). Les sources d'eau, quant à elles, varient. Environ 39 % de la population est ravitaillé par un système de

captation de l'eau de pluie, des ruisseaux protégés, des bornes-fontaines publiques, des forages avec pompes à mains et des puits protégés (Harlan *et al.*, 2002). Ces sources d'eau se retrouvent près des habitations, à moins de 200 mètres, et approvisionnent au minimum 20 litres d'eau par personne par jour (Harlan *et al.*, 2002). D'un autre côté, 12 % de la population ne détient pas un tel accès à de l'eau potable et s'abreuve d'eaux retrouvées dans des rivières, des sources d'eaux, des systèmes de captation d'eau de pluie des toits et des puits qui pourraient être contaminés, ou encore, ils devront parcourir plus de 200 mètres pour avoir accès à de l'eau (Harlan *et al.*, 2002).

Le secteur de l'industrie aussi crée une grande demande en eau et 70 % des industries et commerces enregistrés se retrouvent dans la région de Santo Domingo, ce qui concentre la demande en eau et crée des problèmes au niveau de la qualité de l'eau (Harlan *et al.*, 2002).

1.1.4 Barbade

Selon Birdlife International (2010), la Barbade est considérée comme déficitaire en eau et selon Carter (2010b) ce pays fait partie des 15 pays avec le plus grand déficit en eau dans le monde. La population de la Barbade puise principalement son eau dans les aquifères souterrains de l'île (Carter, 2010b) et ceux-ci, comme bon nombre d'aquifères, sont ravitaillés en fonction de la durée et de la fréquence des pluies (Carter, 2010b). La géomorphologie de l'île affecte aussi la capacité de rétention du sol. Dans le cas présent, il s'agit d'une base de corail près de la surface qui est protégée par une simple couche de sol perméable. L'eau peut alors l'infiltrer, mais aussi s'évaporer facilement (Carter, 2010b). En 2010, la disponibilité de l'eau de la Barbade était déjà sous la limite établie et le pays a été identifié comme étant déficitaire en eau (Carter, 2010b).

La Barbade se voit aux prises avec un autre facteur négatif qui influence sa rétention d'eau, soit le développement urbain. La gestion des eaux douces doit maintenant prendre en considération l'augmentation des surfaces non perméables due au développement urbain. Le ruissellement de l'eau vers la mer qui ne cesse d'augmenter crée un impact négatif sur l'infiltration de l'eau dans le sol et par le fait même sur la recharge d'eau des aquifères souterrains (Carter, 2010b). Ce problème n'est pas unique à la Barbade, mais ce facteur est d'autant plus important étant donné sa dépendance aux eaux souterraines.

La plus grande consommation d'eau à la Barbade revient au secteur de l'industrie (Walling *et al.*, 2005). Par la suite, ce pays doit aussi s'assurer de la bonne condition de son système de distribution d'eau, afin de réduire les pertes et le déficit, puisque plus de 90 % des habitations sont connectées au service de distribution d'eau (CARICOM, 2008; Carter, 2010b). Les gestionnaires doivent aussi s'assurer que l'approvisionnement se fait de façon équitable, puisque cela peut avoir un impact direct sur le déficit en eau (Carter, 2010b). Si l'eau est détournée afin d'avantager un secteur en particulier, les autres secteurs risquent de manquer d'eau puisque c'est une ressource limitée.

1.1.5 Antigua et Barbuda

Birdlife International (2010) et Carter (2010a) indiquent que les îles d'Antigua et Barbuda sont considérées comme étant déficitaires en eau, tout comme la Barbade. Un tiers de l'approvisionnement en eau à usage domestique pour ces îles vient d'aquifères souterrains ou de sites d'entreposage à la surface (Carter, 2010a). Le gouvernement d'Antigua et Barbuda (GOAB) tente aussi de compenser le manque d'eau douce accessible à partir de deux types de sources soit la désalinisation et, l'installation d'un système de captation de l'eau de pluie sur chaque nouvelle résidence (Carter, 2010a).

La capacité de rétention des réservoirs d'entreposages diminue à cause de la précipitation de sédiments, attribuable à l'érosion et à la dégradation du sol en amont (Carter, 2010a). De plus, ces îles rencontrent des problèmes au niveau de l'efficacité de leur modèle de captation de l'eau et du stockage (Carter, 2010a). La gestion de cette ressource est d'autant plus compliquée qu'il y a une grande variabilité des périodes de pluies. Durant la saison sèche, ces îles enregistrent une importante perte de la quantité d'eau emmagasinée dans les réservoirs de surface par l'évapotranspiration (Carter, 2010a). Ces réservoirs sont généralement peu profonds et exposés à l'air chaud des Caraïbes (Carter, 2010a). De plus, si le niveau d'eau douce descend trop bas, les aquifères souterrains sont plus exposés à d'importantes infiltrations d'eau salée durant la saison sèche (Carter, 2010a).

Malgré les efforts du gouvernement, le secteur agricole n'arrive pas à combler sa demande en eau (Carter, 2010a). Auparavant, les fermes comptaient sur des étangs comme source d'eau pour l'irrigation. Cependant, pour continuer le développement résidentiel, des promoteurs ont remblayé certains de ces étangs, d'autres ont été contaminés par des eaux usées ce qui a créé des étangs dits « morts » et inutilisables pour l'irrigation (Carter, 2010a).

1.1.6 Trinidad et Tobago

Pour les îles de Trinidad et Tobago, en 1999, 70 % de la population était reliée au service public d'approvisionnement en eau et la demande en eau s'élevait à 302 Mm³ (CARICOM, 2008). Sur ce volume, les pertes d'eau durant le transport sont responsables de la plus grande consommation d'eau suivi par l'utilisation de l'eau à des fins domestiques (CARICOM, 2008; Carter, 2010a). Quant aux secteurs industriel et pétrolier (UNEP, 2002), ils sont de plus grands consommateurs d'eau que les secteurs de l'agriculture, la foresterie et de la pêche combinés (CARICOM, 2008) et cette tendance s'est maintenue jusqu'en 2003.

1.1.7 Bahamas

L'eau douce des Bahamas provient principalement des sources peu profondes, dont certaines îles extraient des quantités importantes (Walling *et al.*, 2005). Cette eau sert à subvenir aux besoins de la population locale et au secteur du tourisme (Walling *et al.*, 2005). Toutefois, certaines îles de l'archipel n'arrivent pas à subvenir à leurs besoins et doivent importer l'eau des autres îles (Walling *et al.*, 2005). Aussi les Bahamas ont recours à la désalinisation de l'eau comme source d'approvisionnement (Roebuck *et al.*, 2004).

1.1.8 Autres îles

Pour quelques îles supplémentaires, l'information répertoriée était beaucoup plus sommaire. Par exemple :

- Sur l'île de la Dominique, on y retrouve certaines rivières (Carter, 2010c) et il est rapporté que 90 % de la population accède à l'eau à partir du système de DOWASCO (DoWaSCo, 2012).
- Les îles de Saint-Christophe-et-Niévès possédaient un taux de 91.7 % d'approvisionnement en eau au domicile (CARICOM, 2008).
- Pour les îles Saint-Vincent et Grenadine, en 2000, l'extraction totale d'eau douce brute s'élève à 5.5 Mm³ (CARICOM, 2008).
- Aux Bermudes, ils enregistrent un approvisionnement en eau aux domiciles à 95.9 % (CARICOM, 2008).
- Montserrat, une petite île Britannique dans la région des Caraïbes, comprend une seule source d'eau potable, il s'agit des Centre Hills. Plus de 30 % de la valeur économique totale était pour les services d'eau (Birdlife International, 2010).

En résumé, dans le tableau 1.2 sur la distribution en pourcentage des ménages par type d'approvisionnement en eau (CARICOM, 2008), on peut voir que 37.3 % des habitations des pays membres et associés de CARICOM reçoivent un approvisionnement en eau potable. Lorsque l'on combine ce pourcentage et celui du nombre d'habitations avec un système privé d'approvisionnement en eau, le pourcentage s'élève à 56 (CARICOM, 2008). Il y a donc une faible majorité de cette population qui possède présentement un accès à l'eau.

Tableau 1.2 Distribution en pourcentage des ménages par type d'approvisionnement en eau : recensement de 2000

Country	Piped into dwelling	Piped into yard	Public piped into dwelling	Private catchments		Public standpipe	Public well or tank	Other	Total
				Not piped	Piped				
Total member states and associate members	18,7	15,2	37,3	8,1	0,2	8,6	0,4	11,5	100

(Tiré de tableau 3.3 CARICOM, 2008)

1.2 Information répertoriée sur la quantité des eaux de surface et souterraine

La quantité d'eau présente sur les différentes îles est très variable. Les îles diffèrent en superficie, en démographie, en géomorphologie (Carter, 2010b) ainsi que pour leur climat (Walling *et al.*, 2005). Afin de démontrer la grande disparité au sein de la problématique de l'eau douce dans les îles des Caraïbes, on peut comparer les grandes îles qui possèdent de l'eau de surface, des collines avec un couvert forestier et des montagnes (Walling *et al.*, 2005) avec d'autres qui sont planes, avec peu ou pas d'eau de surface. Par exemple l'île de la Dominique possède 365 rivières (Carter, 2010c), tandis que les Bahamas et les îles Turques et Caïques sont plutôt planes et sèches avec peu ou pas d'eau de surface (Walling *et al.*, 2005). En bref, il semblerait que la couverture en eau est suffisante pour la majorité des îles de la région des Caraïbes (Who-Unicef, 2010) exception faite pour Haïti et la République dominicaine qui ne détiennent que relativement peu d'eau douce (Who-Unicef, 2010) de même que la Barbade, Antigua et Barbuda qui sont reconnus comme déficitaires en eau (Birdlife International, 2010; Cardi, 2011).

De plus, que ce soit les eaux souterraines, la captation de l'eau de pluie, les réservoirs de surface, les rivières ou autres eaux de surfaces, l'abondance des pluies a une forte influence sur le régime des eaux. Il s'agit de pays tropicaux et la majorité de la pluie tombe abondamment durant une courte période de l'année, c'est-à-dire durant la saison des pluies (Walling *et al.*, 2005). La modification du régime des pluies observées dans cette région et les périodes plus intenses de sécheresse localisée en lien avec les changements climatiques (Birdlife International, 2010) ne vont pas simplifier la tâche aux gestionnaires de la préservation de la ressource en eau. Il va être plus difficile de prévoir la disponibilité de l'eau.

Par exemple, en général en République dominicaine sur les 73 Mm³ qui tombent chaque année, seulement 22 Mm³ approvisionnent la recharge des sources d'eau douce souterraine et des eaux de surfaces qui comprennent des rivières de grandeur variable, certaines étant même navigables. Seulement une fraction de l'eau, c'est-à-dire 30 %, qui tombe sur la République dominicaine entre réellement dans le cycle hydrique. Le reste de l'eau se perd par évapotranspiration. Cependant, une majorité des corps d'eau se retrouve près de la côte et est sensible à l'infiltration d'eau saline (Harlan *et al.*, 2002). La République dominicaine détient ainsi trois grands corps d'eau importants.

L'un d'eux, le Laguna Saladilla, est un grand lac qui pour l'instant peut fournir 88 Mm³ par année pour l'irrigation, et ce, sans être nuisible à son écosystème (Harlan *et al.*, 2002). Par la suite, l'eau de pluie ruissèle sur les terres basses qui se retrouvent saturées d'eau contrairement aux terrains plus élevés où les quantités d'eau souterraine varient. Les variations vont d'un niveau d'eau suffisant pour les communautés et l'écosystème à un niveau déficitaire pour répondre aux besoins (Harlan *et al.*, 2002). De façon générale, la République dominicaine contient donc suffisamment d'eau, par contre, sur une plus petite échelle, on comprend bien qu'il s'agit tout de même d'une ressource précieuse à protéger.

Un autre facteur qui semble influencer les quantités d'eau douce que l'on retrouve sur les îles est l'utilisation des sols, puisque la modification des sols affecte directement son potentiel de rétention et d'infiltration d'eau qui recharge les aquifères souterrains. De plus, la présence de forêt est avantageuse pour le cycle hydrique, par exemple elle ralentit le ruissellement et augmente l'infiltration. Dans les forêts de nuages, on retrouve une rétroaction positive entre la présence de forêt et la formation de nuages (Masarang foundation, s. d.a). Ainsi, certains défrichements à grande échelle ont permis une érosion déstabilisante des berges des rivières et la perte de cours d'eau permanents (McElroy *et al.*, 1990). Ces modifications du sol sont le résultat de déforestation et d'utilisation inappropriée du sol à l'intérieur des bassins versants (Walling *et al.*, 2005).

Mise à part la question environnementale qui joue un rôle sur les quantités d'eau que l'on retrouve sur ces îles, il y a aussi un côté humain. La gestion de la ressource en eau est aussi importante pour la pérennité de la ressource. Dans certains cas, une mauvaise gestion de l'utilisation de l'eau de surface et souterraine créera une diminution du niveau dans les aquifères côtiers (Birdlife International, 2010). Cette baisse peut permettre une intrusion d'eau salée dans le réseau hydrographique diminuant encore la quantité d'eau douce disponible (Birdlife International, 2010). Les promoteurs de projets ont aussi asséché et réduit certains corps d'eau, comme des zones humides ou des étangs, pour différents besoins anthropiques. Ces pertes ont aussi une influence négative sur la dynamique du réseau hydrique (Birdlife International, 2010).

1.3 Information répertoriée sur la qualité des eaux de surface et souterraine

La qualité de l'eau douce rencontrée dans les îles des Caraïbes a une influence directe sur l'approvisionnement en eau pour les écosystèmes ainsi que pour la population. Une meilleure qualité d'eau représente une meilleure santé pour les écosystèmes aquatiques. Cela signifie aussi une eau de meilleure qualité pour la population qui s'abreuve directement des eaux de surfaces ou souterraines et un coût moindre dans le traitement de ces eaux quand cela se révèle nécessaire. Selon UNEP (2002), les problèmes de pollution de l'eau dans les Caraïbes ont commencé à se faire ressentir dans les années 1970 et depuis, il y a eu une dégradation sensible de la qualité des eaux, celles de surface comme les eaux souterraines.

1.3.1 Sources de contamination

Dans les îles des Caraïbes, comme dans la majorité des régions, un accroissement de la population et une augmentation du développement entraînent une plus grande contamination des ressources naturelles (UNEP, 2002). Dans les années 1950, les Caraïbes ont connu une croissance démographique, ainsi qu'une croissance économique importante (Birdlife International, 2010). Celles-ci ont engendré un développement intense, sans planification adéquate, et par le fait même, au détriment des habitats naturels, du paysage et du caractère côtiers de ces îles (Birdlife International, 2010). Pour les états membres du CARICOM, les déchets des humains et des animaux, les polluants industriels et dans certains cas les produits chimiques du secteur agricole sont les menaces principales pour la qualité de l'eau (CARICOM, 2008). Ce sont toutes des sources de contamination créées par la croissance économique et la croissance démographique.

Premièrement comme source de pollution on retrouve les eaux usées résidentielles et urbaines (Birdlife International, 2010). Celles-ci ne subissent pas de traitement adéquat, avant d'être larguées dans les cours d'eau naturels (CARICOM, 2008; UNEP, 2002). Ces rejets sanitaires représentent une source de contamination potentielle importante des eaux douces. En effet, moins de 50 % de la population des Caraïbes et de l'Amérique latine est connectée à un système des eaux usées et moins de 30 % du volume généré reçoit un quelconque traitement (Ballestero

Vargas, 2012). À l'autre extrême, 20 % de la population n'ont simplement pas accès à des installations sanitaires (ABDIB, 2011).

En République dominicaine, les principaux éléments qui menacent la qualité de l'eau sont les rejets industriels, les rejets humains et ceux d'animaux (Harlan *et al.*, 2002).

À Saint-Christophe-et-Niévès, il a été rapporté qu'il y avait un problème de déversement de déchets et d'eaux usées directement dans les cours d'eau (Carter, 2010d; Cox, 2009).

Dans les îles d'Antigua et Barbuda la pollution vient de multiples sources diffuses, pas seulement des rejets d'eaux usées des habitations. Par exemple, les rejets qui proviennent des garages et des usines ne sont pas toujours bien gérés et ils se retrouvent dans des égouts à ciel ouvert (Carter, 2010a). Lorsque des contaminants en provenance de ces entreprises se retrouvent dans les égouts, ils peuvent, par une fuite, contaminer les plans d'eau (Carter, 2010a).

Aussi, on retrouve une trop grande concentration de nutriments, sous forme de fertilisants ou déchets organiques, qui proviennent des activités agricoles de ces îles (Birdlife International, 2010; UNEP, 2002)). Ces nutriments qu'ils utilisent dans l'agriculture se retrouvent aussi naturellement dans les cours d'eau, toutefois c'est en dose largement plus petite. Une grande quantité de nutriments dans un plan d'eau provoque une eutrophisation rapide de celui-ci (Birdlife International, 2010), ce qui réduit la qualité de l'eau, ainsi que la qualité de l'écosystème aquatique en entier. Par exemple, l'extraction de canne à sucre de certaines îles produit de grandes quantités de déchets organiques que les producteurs rejettent dans les plans d'eau (Birdlife International, 2010). Ces déchets organiques se décomposent et forment une source excessive de nutriments pour le plan d'eau qui accélèrent son l'eutrophisation.

Dans la région des îles des Caraïbes, c'est en Jamaïque et aux Bahamas qu'ils ont enregistré la plus grande utilisation de fertilisants agricoles dont les fertilisants azotés et avec potassium (CARICOM, 2008). En Jamaïque, les quantités de fertilisants s'élèvent jusqu'à 52 639 tonnes. Les données présentes dans leur étude indiquent que parmi les îles recensées, la Jamaïque est la seule île où ils n'observent pas de diminution d'utilisation de fertilisants de 1998 à 2003 (CARICOM, 2008).

D'autre part, Anguilla est l'île où il y a eu le moins de fertilisants agricoles utilisés en 2003 (CARICOM, 2008).

Provenant aussi des sites d'agriculture, on retrouve les produits chimiques utilisés en excès. Ceux-ci n'entrent pas nécessairement dans le cycle d'eutrophisation des plans d'eau, mais nuisent à la santé des écosystèmes par leur nature toxique (Birdlife International, 2010). Les pesticides que l'on retrouve dans la région du CARICOM sont les insecticides, les herbicides, les fongicides, les bactéricides et le traitement des semences (CARICOM, 2008). La Jamaïque est encore le pays avec la plus grande utilisation, s'élevant à 2 231 tonnes pour la période de 1998 à 2003 (CARICOM, 2008).

En République dominicaine, mis à part les rejets d'eaux usées, on retrouve les pesticides et les herbicides utilisés sur les terres agricoles comme source de contamination (Harlan *et al.*, 2002).

Pour les îles d'Antigua et Barbuda on retrouve aussi la contamination des eaux par les produits chimiques, comme les pesticides, utilisés à l'intérieur des bassins versants (Carter, 2010a).

Parallèlement au développement de la Barbade est venue une croissance de l'utilisation de produits chimiques dans les domaines de l'agriculture, de l'industrie et du transport. Cette augmentation a causé une augmentation dans la quantité de produits chimiques particuliers, c'est-à-dire les polluants organiques persistants, retrouvés dans l'environnement (Carter, 2010b).

D'autres polluants retrouvés sur ces îles, comme dans de nombreuses autres régions, sont les métaux lourds et le pétrole qui proviennent d'accidents ou de déversements de la part des industries (Birdlife International, 2010). Par exemple, à la Barbade, la contamination par le mercure et d'autres métaux lourds a augmenté avec le développement de l'île (Carter, 2010b).

Une forme de pollution qui est très visible est le déversement de déchets solides dans les plans d'eau, les zones humides ou tous autres canaux de drainage. La gravité de cette pollution dépend à la fois de la quantité de déchets rejetés et de la nature de ceux-ci (Birdlife International, 2010). Les déchets solides aussi représentent une menace pour la biodiversité (Birdlife International,

2010). Ce phénomène de rejets directs de déchets solides est en partie dû aux capacités d'élimination très limitées des pays insulaires des Caraïbes. La gestion des déchets solides est un des problèmes environnementaux majeurs pour cette région (CARICOM Secretariat 2003).

Une plus grande population inclut aussi une plus grande consommation d'eau de surface et souterraine ce qui peut modifier les fonctions écologiques des sources d'eau et provoquer une diminution du niveau d'eau présent (Birdlife International, 2010). Pour les sources souterraines, une trop grande extraction d'eau permet une intrusion de sel, ce qui contamine les sources d'eaux douces (Birdlife International, 2010; UNEP, 2002)). Cette problématique est très importante dans les pays qui s'approvisionnent majoritairement de leurs aquifères souterrains, comme à la Barbade (Birdlife International, 2010). Un autre exemple est en Jamaïque, le sel a contaminé plusieurs puits au début des années 1970. Une augmentation de l'agriculture avait augmenté la demande en eau pour l'irrigation. Cela avait causé une baisse des niveaux d'eau dans les puits et une augmentation de la salinité. Les agriculteurs ont donc eu l'obligation de fermer ces puits et abandonner plusieurs terres agricoles par manque d'eau (Howard et Mullings, 1996).

Une contamination qui n'est pas directement liée à une croissance démographique, mais plutôt en lien avec la croissance économique est les mines à ciel ouvert. En plus de détruire le paysage et les forêts, ces mines contaminent les cours d'eau environnants avec de la soude, ce qui affecte la qualité et la biodiversité des eaux (Birdlife International, 2010).

On retrouve aussi, pour les îles d'Antigua et Barbuda, une pollution des écosystèmes aquatiques par la sédimentation, à la suite d'une érosion du sol, qui envase les eaux de surface (Carter, 2010a). Le même phénomène se répète sur l'île de la Dominique, où il est possible d'observer un engorgement des rivières qui dégrade les écosystèmes aquatiques (Carter, 2010c). D'autre part, il y a eu la canalisation ou le remblayage de mangroves et de zones humides qui ont endommagé la santé des écosystèmes aquatiques (Birdlife International, 2010).

Un aspect tout de même important à considérer avec autant de sources de contamination possibles est le type de sources. Une terminologie utilisée dans la détermination de source de contamination est : les sources ponctuelles et diffuses. Une source de contamination ponctuelle

revient à dire une contamination faite à partir d'un point de rejet précis. Des exemples de contaminations ponctuelles seraient des sites précis pour l'agriculture ou industriels qui libèrent des nutriments en excès ou des métaux lourds, ou encore des déchets ménagers. En comparaison, une source de contamination diffuse représente les contaminations à grande échelle à partir de grands espaces (CARICOM, 2008). Il est possible de visualiser plusieurs hectares de champs qui libèrent des fertilisants et des pesticides ou le ruissellement de l'eau durant des tempêtes et l'infiltration dans le sol d'eau contaminée par les égouts et les dépotoirs (CARICOM, 2008). Cette distinction est particulièrement importante lors de la prise de décision, car les sources ponctuelles de contamination ne vont pas nécessiter le même type d'intervention que les sources diffuses pour les contrôler.

Enfin, la pollution par les métaux lourds, les pesticides, les déchets organiques, les nutriments provenant de fertilisants, les pluies acides et les coliformes fécaux, en plus de causer une eutrophisation des plans d'eau, peuvent participer à la dispersion de maladies dans les bornes d'eau (CARICOM, 2008). Ainsi, ces polluants sont nocifs pour la santé humaine et la santé des écosystèmes (CARICOM, 2008). Afin que ces problèmes ne viennent pas provoquer des impacts trop sévères à la santé des écosystèmes et des humains, il est important d'agir rapidement et de gérer les polluants, particulièrement ceux qui sont persistants, de manière responsable (Carter, 2010b). Comme pour les régions sensibles à la contamination, que pour celles où l'eau douce est une ressource rare, il est important que soit contrôlée fermement la libération de contaminants dans la nature (Carter, 2010b).

1.3.2 Degrés de contamination

Selon Birdlife International (2010), il est très difficile de distinguer l'influence de la pollution de l'eau par rapport aux autres menaces et d'évaluer la gravité des impacts que la pollution de l'eau a sur les écosystèmes et la biodiversité. Ces difficultés sont dues aux manques de données et des suivis insuffisants sur la majorité des îles dans les Caraïbes (Birdlife International, 2010). Cependant, un impact très important observé, a été une pollution par les eaux usées dont l'origine était de nouveaux et nombreux développements dans les secteurs résidentiel, touristique et industriel (Birdlife International, 2010).

L'étude de Carter (2010b) indique qu'à la Barbade, les produits chimiques utilisés en agriculture pourraient compromettre la qualité des eaux. Actuellement, la réglementation à la Barbade se fait selon un zonage, mais aucun zonage ne détient une réglementation quant à l'utilisation de produits chimiques pour le secteur agricole. Toutefois, il rapporte que la qualité des eaux souterraines est bonne et avec un système de traitement des eaux raisonnablement efficace, ils obtiennent une eau biologiquement sécuritaire à consommer (Carter, 2010b).

Une autre menace retrouvée à la Barbade, ainsi qu'aux Bahamas et dans plusieurs autres îles est l'intrusion d'eau salée dans les eaux souterraines (Cox, 2009). Il semblerait qu'une extraction trop intense de leur eau a causé un risque d'intrusion d'eau de mer dans leur réserve d'eau douce (UNEP, 2002). Par exemple, sur les îles de Trinidad et Tobago, la *Water and Sewage Authority* a noté une élévation du niveau de la salinité des eaux douces des aquifères côtiers (CARICOM, 2004). Cette évaluation concorde avec la constatation d'une baisse rapide du niveau d'eau des aquifères et une élévation du niveau de la mer (Cox, 2009).

Une source de contamination très répandue en République dominicaine et sur d'autres îles est le rejet des eaux usées dans les rivières sans traitement préalable. C'est pourquoi le nombre de bâtiments reliés à un système de récupération des eaux usées est un indice du degré de contamination potentiel des rivières (Harlan *et al.*, 2002). Une étude démontre que de manière générale le compte d'E. coli dans les rivières des petites îles est de 15 900 à 40 400 CFU/ 100mL, ce qui dépasse largement le seuil de 200 CFU/ 100 mL pour une eau sécuritaire pour la baignade (Cox, 2009) et le seuil de 100 CFU / 100 mL pour la consommation (Who-Unicef, 2010). Ces données laissent croire à une grande contamination par la matière fécale.

Dans les îles de Trinidad et Tobago, les données de l'étude de CARICOM (2004) démontrent qu'environ 233 000 habitants se sont connectés à un système d'évacuation et de traitement des eaux usées. Puis de 1995 à 2002, ces îles ont réussi à diminuer leur production d'eaux usées ménagères de 6.3 %. Toutefois, ils ont évalué la rivière Caroni, qui représentait à elle seule 30 % de l'eau douce potable du pays, et ils ont observé qu'elle représentait une source importante de contamination (CARICOM, 2008).

En lien avec l'utilisation de l'eau sont les systèmes d'assainissement, Birdlife International (2010) a indiqué que les services d'assainissement n'ont pas évolué au même rythme que la croissance démographique, particulièrement en Haïti. Alors les eaux usées non traitées contaminent les cours d'eau et cela crée une source majeure de pollution pour la biodiversité et la santé des humains (Birdlife International, 2010).

En République dominicaine, les normes utilisées pour la qualité de l'eau sont moins sévères que celles du WHO (Harlan *et al.*, 2002). Ceci a un impact sur l'aspect potable de l'eau, puisqu'il est reconnu que plusieurs sources d'eau douce sont contaminées d'un point de vue biologique par les humains et les animaux (Harlan *et al.*, 2002). En République dominicaine, 20 % de la population s'est reliée à un réseau public d'assainissement des eaux usées (Harlan *et al.*, 2002). Cependant, seulement une petite portion des eaux usées a subi un traitement (Harlan *et al.*, 2002). Un autre 70 % de la population utilise des systèmes septiques publics ou privés ou bien alors, des latrines et 17 % de la population n'utilisaient aucune forme d'installation sanitaire pour le rejet des eaux usées (Harlan *et al.*, 2002). Quant au secteur de l'industrie, en 1999, 90 % des industries rejetaient leurs eaux usées dans des égouts ou des corps d'eau sans traitement préalable (Harlan *et al.*, 2002).

À la Barbade, 81.3 % de la population utilise des fosses d'aisance/fosses septiques, il s'agit des installations sanitaires les plus courantes (CARICOM, 2008). Pour ce qui est des grands hôtels de la côte sud, ceux-ci disposent d'un système privé de traitement de leurs eaux usées (Carter, 2010b). Les hôtels de la côte ouest devraient faire de même et ils vont incorporer un système de récupération de l'eau (Carter, 2010b). En fin de compte, les installations domestiques finissent par éliminer leurs eaux usées sous la terre dans des fosses. Les systèmes de traitement, eux, rejettent l'eau à la mer ou dans le sol par un puits, à la suite d'un traitement primaire (Carter, 2010b).

Sur l'île de la Dominique, le problème de contamination vient principalement d'une surcharge des habitants, causé par une subdivision incontrôlée des lots de terre et une utilisation inadéquate d'environnement fragile (Carter, 2010c). Cette surcharge crée une contamination des rivières utilisées à des fins récréationnelles de l'eau potable (Carter, 2010c). Ainsi, le système de traitement des eaux usées de l'île de la Dominique nécessite de l'attention. La majorité de la

population de cette île utilise des latrines et des installations septiques pour les eaux usées (Carter, 2010c). Cependant, pour ceux qui utilisent le réseau de récupération des eaux usées, le système de traitement n'est pas suffisamment efficace (Carter, 2010c). De plus, 16 % des habitations n'ont aucune installation sanitaire (CARICOM, 2008; Carter, 2010c). Lorsqu'il n'y a pas d'installations efficaces pour la récupération et le traitement des eaux usées, celles-ci sont rejetées directement dans les eaux de surface (Carter, 2010c).

À Saint-Christophe-et-Niévès, 78.1 % des ménages utilisent des fosses d'aisance/fosses septiques (CARICOM, 2008). Toutefois, les régions urbaines de Saint-Christophe-et-Niévès manquent tout de même d'installations de traitement des eaux usées adaptées aux centres urbains. Certains grands hôtels se sont eux-mêmes équipés d'installations de traitement des eaux usées (Carter, 2010d).

Pour ce qui est des eaux usées d'origine domestique, sur les îles d'Antigua et Barbuda la majorité, soit 72.7 %, de la population, dispose d'un système de récupération des eaux usées. Il s'agit principalement de fosses septiques, de latrines avec fosse et des latrines sans fosse (Carter, 2010a). Outre ces méthodes, certains se sont raccordés à un système d'évacuation et de traitement des eaux usées. Toutefois, les systèmes de traitement des eaux usées à Antigua et Barbuda sont souvent inefficaces (Carter, 2010a).

À Saint-Vincent et Grenadine, 44.3 % de la population utilise les latrines avec fosses comme installations sanitaires (CARICOM, 2008).

Aux Bermudes, 90 % des ménages utilisent des fosses d'aisance/fosses septiques comme installation sanitaire. Ce pourcentage est le plus élevé de la région (CARICOM, 2008).

À Anguilla, 89.9 % des ménages se sont reliés à un système d'évacuation des eaux usées (CARICOM, 2008).

En Guyane, la majorité des ménages, soit 57.6 %, utilise des latrines avec fosses comme installation sanitaire. En second, viennent les fosses d'aisance/fosses septiques avec 36.2 % de la

population. Seulement 1.8 % des ménages ne détiennent aucune installation sanitaire (CARICOM, 2008).

En conclusion, l'agriculture et l'érosion représentent des sources potables de contamination, mais les études semblent s'être consacrées davantage sur la contamination par les matières fécales. Les données indiquent que, malgré le pourcentage élevé des habitations avec installation sanitaire, aucune ne rejoint les 100 % et une grande majorité en est loin. De plus, pour les habitations qui rejoignent un service public, ceux-ci ne semblent pas être en mesure de répondre adéquatement à la demande de traitement des eaux usées. Comme ces eaux se retrouvent dans la nature et souvent directement dans les cours d'eau, la qualité des eaux de surface de manière générale est très préoccupante. De plus, une étude de CEP-UNEP (1994) indique que la pollution causée par les eaux usées serait en partie responsable de la mort de poissons, l'eutrophisation, la perte de biodiversité et une menace pour la santé humaine dues à un taux élevé d'organismes pathogènes.

1.4 Inventaire des usages anthropiques

L'utilisation du sol est un facteur important lors de l'analyse de l'état des sources d'eau. Les différents secteurs qui tapissent le paysage vont influencer la demande en eau nécessaire pour subvenir aux besoins du secteur en question et influencer la qualité de l'eau retrouvée sur ce territoire.

1.4.1 Couvert forestier

Le couvert forestier d'une région est important relativement à son impact sur la ressource en eau, puisqu'un bassin versant boisé fournit généralement une eau de meilleure qualité (FAO, 2007). La forêt participe à la diminution de l'érosion du sol, ce qui limite l'entrée de sédiments dans le corps hydrique. De plus, une eau qui parcourt une forêt est généralement moins contaminée et nécessite moins de traitement.

La couverture forestière des Caraïbes est variable d'un pays à l'autre. Walling *et al.* (2005), indiquent qu'on retrouve un couvert forestier d'environ 19 % de façon générale dans les Caraïbes.

Les communautés plus isolées dépendent encore de cette ressource naturelle pour cuisiner et sécher les cultures (Birdlife International, 2010). Il semble que ces exploitations sont parfois réalisées de façon outrageuse pour les forêts et peuvent entraîner une dégradation de ces écosystèmes forestiers (Birdlife International, 2010).

Une étude indique que deux pays de la région des Caraïbes ont réussi à augmenter leur couverture forestière entre les années 1990 à 2005, il s'agit de Cuba et Saint-Vincent et les Grenadines (FAO 2006; FAO 2009). Cependant, il ne semble pas y avoir de plan de reboisement efficace des parcelles exploitées pour les autres pays, puisque les données indiquent une perte du couvert forestier pour la grande majorité des îles de la région des Caraïbes ces dernières années (Birdlife International, 2010).

D'autre part, il ne faut pas oublier les parcs nationaux, les réserves fauniques et les réserves forestières de certains pays. Ces aires protégées servent entre autres à conserver les bassins versants, la biodiversité et permettent d'aller vers une gestion plus durable des ressources forestières (Birdlife International, 2010). La plupart des pays détiennent des stratégies de gestion environnementale (Birdlife International, 2010), puisque les forêts sont indispensables pour le maintien des bassins versants et des zones tampons fonctionnelles (Carter, 2010c). « Les aires protégées boisées fournissent de l'eau propre, régulent le microclimat et séquestrent le carbone, tout en empêchant les crues subites et réduisant l'érosion de sol et les coulées de boue. » (Birdlife International, 2010).

En 1998, 2 839 km² des 10 990 km² de terre de la Jamaïque étaient sous un couvert forestier et 421 km² sous une forêt aménagée (CARICOM, 2008). Il y avait pour 23 km² de zones humides (CARICOM, 2008). Si l'on observe plus précisément la région de Cockpit Country, cet endroit est un paysage unique de forêt humide sur un sol karst calcaire d'une superficie de 2.5 km² (Birdlife International, 2010). Ce corridor parcourt la tête de 5 bassins versants importants (Birdlife International, 2010). La forêt recouvre aussi une autre partie du territoire de la Jamaïque. Cette fois-ci, il s'agit d'une forêt sèche qu'ils ont fragmentée pour créer des zones agricoles, des routes et qui a subi un développement plus intensif (Birdlife International, 2010). La zone de Cockpit country a été protégée pour garantir une connectivité entre l'aquifère de Cockpit et les rivières de

la côte, en plus de servir de zone tampon afin d'éviter les inondations (Birdlife International, 2010). Après tout, il s'agit de la source d'eau potable de 40 % des Jamaïcains (Birdlife International, 2010).

En Haïti, les forêts recouvrent 3.2 % du territoire (Walling *et al.*, 2005). On retrouve, entre autres, le corridor massif recouvert en partie de forêts au sommet et de terres agricoles en aval (Birdlife International, 2010). En fait, les forêts sont reconnues pour offrir certains services écologiques comme l'apport d'eau douce et la prévention des glissements de terrain (Birdlife International, 2010). Ces services pourraient être facilement améliorés à l'aide d'une initiative de restauration des forêts (Birdlife International, 2010). Ensuite, sur la même île, il y a le corridor Cordillera Central, en République dominicaine. À l'intérieur de ce corridor forestier, on retrouve des forêts de pins, des forêts à feuilles caduques, des forêts naines et de nuages. (Birdlife International, 2010).

Sur l'île de Saint-Vincent, il y a le corridor de la chaîne de montagnes centrale qui comprend plusieurs réserves forestières, dont celles de Colonarie, de Cumberland, de Dalaway, de Kingston, de Mount Pleasant et la réserve forestière de Richmond, en plus du parc National de la Soufrière (Birdlife International, 2010). En tout, ce corridor a une superficie de 132 km². Ces réserves forestières sont à la tête de plusieurs bassins versants importants (Birdlife International, 2010). En 2004, 0.3 % du territoire des îles de Saint-Vincent et les Grenadines, soit du 390 km² de terrain, étaient sous une certaine protection et la partie avec un couvert forestier ou des terres à bois était de 140 km², soit 41 % (CARICOM, 2008).

L'île de la Dominique a une superficie totale de terre de 750 km² (CARICOM, 2008), dont la végétation naturelle recouvre 60 % (Carter, 2010c). L'aire protégée sur cette île représentait 23.1 % de sa superficie totale en 2004 (CARICOM, 2008). On observe tout de même une dégradation de ce milieu (Carter, 2010c). Puis la partie sous un couvert forestier ou exploité comme terre à bois est de 460 km² (CARICOM, 2008). Les forêts sont sujettes à l'exploitation pour leur bois pour l'alimentation, la production de charbon et autres. Certaines parcelles ont aussi été défrichées pour faire place aux pratiques agricoles (Carter, 2010c).

Pour les îles de Trinidad et Tobago, l'aire totale des terres est de 5 130 km² (CARICOM, 2008). La superficie de terres dédiées à l'agriculture était de 1 330 km² en l'an 2000 (CARICOM, 2008). La superficie de forêts et de terres à bois était de 2 349 km² en 2002 (CARICOM, 2008). Puis de 1970 à 2004, 25.6 % de sa superficie totale était protégée (CARICOM, 2008).

Pour ce qui est de certaines autres îles :

- Les Bahamas protégeaient 19 % de leur superficie totale en 2004 (CARICOM, 2008).
- Les Bermudes, avec une aire totale de 55 km², protégeaient 15 % de leur territoire (CARICOM, 2008).
- Les îles Turques et Caïques, en 2004, ils protégeaient 83.7 % de leur territoire d'une superficie de 948.2 km² (CARICOM, 2008).
- Anguilla protégeait seulement 0.1 % de ses 91 km² en 2004 (CARICOM, 2008).

1.4.2 Terres agricoles et activités minières

En 2005, les PEID des Caraïbes consacraient 32.7 % de leur superficie à l'agriculture, c'est-à-dire qu'elles avaient des terres arables ou soutenaient des cultures permanentes (Birdlife International, 2010). Si l'on observe de façon plus précise pour chaque île, la République dominicaine se rapproche davantage des 76.4 % (Walling *et al.*, 2005), tandis que pour la Barbade, Cuba et Haïti leur valeur se rapproche davantage des 40 %. À l'autre extrême, les plus petites îles comme les îles Turques et Caïques ont 2.3 % de leur territoire qui va à l'agriculture (Walling *et al.*, 2005) et pour Anguilla il s'agit d'environ zéro pour cent (Walling *et al.*, 2005; Birdlife International, 2010).

La Jamaïque représente une aire totale de 10 990 km² (CARICOM, 2008). En 1996, elle réservait 16 % des terres aux cultures permanentes et 10 % à d'autres fins du secteur agricole (CARICOM, 2008). De plus, il y avait déjà 9% des terres pour le pâturage (CARICOM, 2008).

Pour les îles de Saint-Vincent et les Grenadines, la superficie totale de terrain atteint les 390 km² (CARICOM, 2008). En l'an 2000, la superficie des terres exploitées par l'agriculture était de 160 km² (CARICOM, 2008). Plus particulièrement pour l'île de Saint-Vincent, certaines zones du corridor de la chaîne de montagnes centrale ont été dégradées et d'autres sont menacées par le développement agricole et le développement d'infrastructures (Birdlife International, 2010).

La superficie de la Dominique utilisée à des fins agricole représentait 210 km² en l'an 2000 et de cette superficie ils utilisaient 140 km² pour la culture permanente (CARICOM, 2008). Parmi les terres agricoles, certaines ont été abandonnées, d'autres sont utilisées pour la pratique de l'agriculture en pente, toutefois sans les techniques adaptées (Carter, 2010c). Il est aussi mentionné que sur cette île, il y a la présence de mauvaises pratiques de gestion pour le développement urbain, le développement des infrastructures, des habitations, ainsi qu'une mauvaise préparation devant l'éventualité de catastrophes naturelles (Carter, 2010c).

Pour les îles de Trinidad et Tobago, la superficie de terre dédiée à l'agriculture était de 1 330 km², soit 26 %, en l'an 2000 (CARICOM, 2008).

Finalement, une utilisation du sol qui ne s'est pas beaucoup répandue dans les îles des Caraïbes est celle de l'industrie minière. Tout de même, il s'agit d'une source importante de devise pour la Jamaïque, Cuba et la République dominicaine (Walling *et al.*, 2005). Les mines sont souvent des sources de contamination des eaux environnantes.

En conclusion, les îles des Caraïbes comprennent toujours un couvert forestier. Toutefois, la qualité et la protection de celui-ci semblent très variables d'une île à une autre. Une des plus grandes menaces qui ont pesé sur les forêts natives des îles des Caraïbes est sans doute le défrichement pour faire place aux terres agricoles (Birdlife International, 2010). Cependant, à la suite du déclin de certains marchés agricoles, les producteurs ont laissé à elles-mêmes plusieurs terres dégradées (Birdlife International, 2010). Ces parcelles de terrains représentent donc une opportunité pour la forêt secondaire de s'implanter. Ces forêts sont souvent intéressantes au niveau de la biodiversité qu'elles contiennent et des services écologiques qu'elles procurent (Birdlife International, 2010). Les services écologiques que l'on peut associer à ces forêts sont la

protection des bassins versants et l'approvisionnement en eau et en bois d'énergie (Birdlife International, 2010). Malgré le fort taux de déforestation qu'ont subi précédemment une grande partie des îles des Caraïbes, la reforestation à l'intérieur d'un projet de gestion intégrée des bassins versants pourrait être avantageuse pour les différentes parties prenantes en jeux.

1.5 Influence présumée des changements climatiques

Les études s'entendent pour dire que des changements climatiques ont lieu. Les îles plus au nord de la région des Caraïbes, telles que Cuba, la Jamaïque, Haïti et la République dominicaine, devraient subir un réchauffement plus important que pour le reste de la région (Birdlife International, 2010). Cependant, pour la région des îles des Caraïbes, il s'agit surtout d'un changement au niveau de la ressource en eau qui sera perçue (Bernstein *et al.*, 2007). Il y aura, de façon générale pour la région des Caraïbes, une diminution des précipitations, à l'exception du sud des Bahamas et de l'ouest de Cuba (Birdlife International, 2010). Ce phénomène diminuerait le taux de recharge des aquifères, ainsi que l'approvisionnement des eaux de surfaces. Ceci est une possibilité à surveiller de près, particulièrement pour les îles déficitaires en eau actuellement. Selon Cox (2009), les Bahamas et la Barbade sont les plus susceptibles. Ainsi, les demandes en eau seront de plus en plus difficiles à rencontrer durant les périodes de faible pluviosité (Bernstein *et al.*, 2007; UNEP 2008, Lewsey *et al.* 2004). Une hausse de la demande en eau en temps de sécheresse risque aussi d'affecter la qualité de l'eau (Bernstein *et al.*, 2007) et les écosystèmes en fonction de la ressource en eau.

Un autre phénomène qui devrait survenir est l'intensification des tempêtes tropicales, c'est-à-dire plus de pluies et de vents qui vont atteindre des vitesses plus élevées (Day 2009). Il ne faut toutefois pas mélanger intensité et quantité, l'étude ne mentionne pas s'il y aura plus de tempêtes tropicales, ils font seulement référence à l'intensité de celles-ci quand elles auront lieu. Les tempêtes vont aussi affecter les forêts qui subissent des dommages physiques, en plus des impacts de l'augmentation attendue des sécheresses et des inondations qui sont des perturbations très contraires (Birdlife International, 2010). Les sécheresses et les inondations vont aussi avoir des impacts sur les quantités d'eau souterraine (Lewsey *et al.* 2004).

De plus, une élévation de la mer va menacer les écosystèmes côtiers et l'entrée d'eau salée dans les systèmes d'eau douce va augmenter, particulièrement pour les petites îles basses en altitude (Bernstein *et al.*, 2007; Birdlife International, 2010). L'élévation du niveau de la mer menace aussi les zones humides près des côtes (Birdlife International, 2010), comme une très grande zone humide à Cuba. Celle-ci sera réduite de 80 % d'ici la fin du siècle, selon les prédictions de Grogg (2008).

Si certaines îles expérimentent des sécheresses extrêmes et perdent un grand pourcentage de leur eau douce, il va falloir plusieurs années aux écosystèmes avant de récupérer complètement (Walling *et al.*, 2005). Donc, si l'on parle de sécheresses récurrentes, les écosystèmes en place vont subir des changements afin de s'adapter aux nouvelles conditions. Puis, s'ils ne sont pas dans un bon état en ce moment, il sera sans doute encore plus difficile de s'ajuster.

Ainsi, si les décideurs ne prennent pas en compte l'influence possible des changements climatiques dans la gestion des ressources naturelles des îles, ils pourraient se confronter à des impacts irréversibles (Cardi, 2011). Ces impacts peuvent être variables, selon la situation de départ, toutefois les principaux seraient (Cox, 2009; Cardi, 2011) :

- Une augmentation des îles déficitaires en eau.
- Une augmentation de la pression pour les écosystèmes sensibles.
- Une augmentation des risques d'inondations.
- Une diminution de la sécurité en eau potable.
- Un risque accru de contamination par l'eau de mer pour les eaux douces souterraines et de surface.
- Une diminution du taux de recharge des aquifères.

1.6 Influences sur le biote

On retrouve une grande variété de *hot spot* dans les îles des Caraïbes, dont beaucoup d'habitats d'eau douce importants (Birdlife International, 2010). Il y a de grandes rivières à basse altitude, des rivières et ruisseaux de montagne, des lacs, des zones humides et des réseaux karstiques souterrains (Birdlife International, 2010). Ces écosystèmes d'eau douce abritent plusieurs animaux endémiques et migrateurs (Birdlife International, 2010). Il est important de comprendre que l'eau douce n'est pas importante uniquement pour la population humaine et que les communautés humaines sont interdépendantes de la faune et de la flore sauvages.

Il y a deux types de sécheresse qui peuvent survenir, les sécheresses saisonnières qui sont périodiques et prévisibles et les autres, qui sont irrégulières et souvent très difficiles à prévoir (Lake, 2003). La réponse biotique à ces deux types de sécheresse est différente. La faune et la flore se sont accoutumées et adaptées à cette sécheresse qui revient périodiquement (Lake, 2003). Le niveau de résistance et de résilience est alors très élevé (Lake, 2003). Contrairement, la sécheresse qui n'est pas régulière a généralement un effet plus dévastateur sur les organismes et ceux-ci ont des niveaux de résistance de moyen à faible et de résilience très variable (Lake, 2003). Ainsi, les organismes, bien qu'ils soient adaptés à la saison sèche de la région des Caraïbes, peuvent être affectés par un changement dans le régime des pluies de la région. Un changement dans la quantité d'eau qui parcourt les écosystèmes aquatiques peut aussi modifier les habitats que l'on y retrouve et avantager certaines espèces au détriment des autres (Lake, 2003).

On retrouve entre autres un grand nombre de reptiles et d'amphibiens endémiques aux Caraïbes. Ces espèces animales font partie des écosystèmes aquatiques et occupent une niche écologique particulière. Ces espèces sont souvent considérées comme espèces clés pour évaluer la santé des écosystèmes et elles pourraient être particulièrement menacées si les tendances de réchauffement et de sécheresse continuent. Il s'agit d'espèces très sensibles aux changements de température. Il ne faut pas oublier que la santé des écosystèmes a aussi un impact sur les communautés humaines vivant près de ces écosystèmes. Dans le cas des amphibiens, la grande majorité nécessite en plus un milieu humide durant une ou plusieurs étapes de leur vie (Birdlife International, 2010). Que ce soit pour la reproduction ou seulement pour empêcher la

dessiccation des œufs ou même pour tout le stade adulte, ces conditions sont vitales (Burrowes *et al.*, 2004). Une augmentation de la sécheresse pourrait aussi agir en synergie avec certaines infections ou maladies que l'on retrouve chez les amphibiens, par exemple avec les champignons chytrides (Burrowes *et al.*, 2004). Puis, la sécheresse pourrait créer une isolation des habitats de certains organismes aquatiques ou semi-aquatiques et encourager une spécialisation de ces espèces (Burrowes *et al.*, 2004). La survie des reptiles et des amphibiens est ainsi un indice que la qualité des écosystèmes aquatiques.

Il y a aussi plusieurs espèces végétales endémiques aux écosystèmes d'eau douce retrouvées sur ces îles. Ces espèces peuvent fournir des services écologiques et de l'eau douce de meilleure qualité aux communautés locales, ainsi que servir de source de nourriture ou de revenus (Birdlife International, 2010).

Ces écosystèmes d'eau douce sont donc essentiels comme habitats et pour la biodiversité pour les petites îles des Caraïbes. La santé de ces écosystèmes en dépend, puisque l'eau salée les entoure et que l'eau douce de qualité est très limitée (UNEP-WCMC 2009).

1.7 Problématiques les plus importantes en matière de gestion de l'eau dans cette région

Les sources d'eau et la quantité d'eau disponible sur la majorité des îles dans la région des Caraïbes sont limitées. Il a été conclu que les pressions démographiques et du tourisme croissant représentent de réelles menaces pour la ressource en eau, vu la demande qui s'accroît et la destruction physique des milieux aquatiques. Les sources d'eau restantes se retrouvent contaminées. En ajoutant à cette pression, le fait que la surface de terres disponible et adaptée aux activités économiques est très limitée, ces îles détiennent alors une forte vulnérabilité socio-économique (Birdlife International, 2010).

De plus, les impacts des changements climatiques seront inévitables et vont affecter la ressource en eau. Il est alors important d'opter pour des méthodes de mitigation afin que les populations de la région n'en souffrent pas trop et de trouver des stratégies de gestion afin de s'adapter aux conditions et se préparer aux catastrophes naturelles à venir.

Les problématiques retrouvées dans les îles des Caraïbes ne sont pas non plus comparables aux autres regroupements d'îles retrouvés dans le monde. Les îles océaniques possèdent de manière générale plus d'eau que les îles des Caraïbes (Walling *et al.*, 2005). En 2002, les ressources renouvelables en eau douce dans les Caraïbes ne représentaient qu'environ 2 532 m³ d'eau par personne (Walling *et al.*, 2005). Toutefois, à une échelle plus locale, il est possible que certaines stratégies utilisées sur d'autres îles s'appliquent à celles-ci aussi.

2 STRATÉGIES DE GESTION DE L'EAU DOUCE DANS LES ÎLES DES CARAÏBES

Le chapitre précédent nous permet de discerner que, les quantités et la qualité de l'eau sont des problématiques majeures au sein des îles des Caraïbes. Actuellement, des stratégies y sont utilisées afin de diminuer la vulnérabilité des communautés aux faibles quantités d'eau et aux contaminations. Ces deux aspects seront explorés au cours de ce chapitre. Premièrement, il sera question de réduire l'utilisation de la ressource et de diminuer sa contamination. Ces deux aspects touchent principalement les secteurs agricole et domestique. La réduction se fera par une élimination du gaspillage et une réutilisation de l'eau, tandis que la diminution de la contamination se fera au niveau des eaux usées et des sources diffuses de contaminants agricoles. Ensuite le principe de prévention de l'assèchement et la conservation de l'environnement pour une meilleure qualité de l'eau seront abordés. Par la suite viendront les options au retrait direct des eaux de surfaces ou souterraines, comme l'utilisation de l'eau de pluie, la rétention à l'aide de bassin et le dessalement. Finalement seront mentionnés les organismes et leurs projets qui travaillent dans le sens de l'une ou l'autre de ces stratégies. Une importance est accordée aux différents acteurs de l'eau dans cette région afin de démontrer l'ampleur des énergies qui sont présentement utilisées dans le cadre de cette problématique.

Malgré une correspondance entre les différentes îles au niveau de la problématique de l'eau, elles diffèrent pour ce qui est des aspects socio-économiques et du développement. Les stratégies utilisées pour faire face aux problématiques de l'eau vont alors varier. Les différentes stratégies qui seront abordées ne seront pas associées à un niveau de développement, puisqu'il s'agit davantage de faire un portrait de l'éventail des stratégies de la région. De plus, dans certains pays 90 % de la population, comme à la Dominique, ont un accès à l'eau par les aqueducs (Dominica Water and Sewerage Company, 2012). La problématique abordée ici n'est pas directement la distribution de l'eau, mais la source de celle-ci. C'est pourquoi il sera question des différentes sources d'eau et non de leur distribution.

Les différentes stratégies doivent entre autres respecter les conditions incluses dans le droit à l'eau (Ballestero Vargas, 2012) :

- Disponibilité : Chaque individu a droit à suffisamment d'eau pour usage domestique et personnel.
- Qualité : L'eau utilisée ne devrait pas menacer la santé humaine.
- Accessibilité : L'eau devrait être accessible en permanence à l'intérieur ou près des maisons et aucune menace à la sécurité physique ne devrait être rencontrée durant l'usage des installations extérieures.
- Abordable : Le coût d'accès à l'eau devrait être approprié aux différents utilisateurs.

2.1 Réduction de l'utilisation de l'eau douce

La première étape dans la préservation d'une ressource est de limiter son usage et éliminer son gaspillage. Le chapitre précédent mentionne que le secteur de l'agriculture est souvent celui qui utilise la plus grande quantité d'eau douce, par exemple en Jamaïque, en Haïti, en République dominicaine. Toutefois, des gaspillages sont aussi effectués durant les usages domestiques et industriels.

2.1.1 Sensibilisation à l'importance de la ressource en eau

La sensibilisation fait partie des premières étapes à entreprendre afin de réduire l'utilisation d'une ressource et éliminer son gaspillage. Elle permet d'éduquer les gens sur l'importance de la ressource et invite les gens à la préserver. Il n'est pas toujours possible ou responsable d'obliger les gens à opter pour des solutions ou des technologies jugées plus efficaces selon des experts. Le contexte socio-économique a une très grande influence sur le type de technologie utilisée. La sensibilisation représente alors une manière plus douce de changer les habitudes des utilisateurs de l'eau. Ce type d'intervention est principalement dirigé aux utilisateurs, c'est-à-dire aux usagers domestiques, aux agriculteurs, mais aussi aux fournisseurs. Différents moyens sont utilisés pour faire passer ces messages aux usagers.

Premièrement, une cible très répandue dans les campagnes de sensibilisation est les jeunes. Les jeunes n'ont pas nécessairement appris l'importance de l'eau et les meilleurs moyens d'éviter son gaspillage. Cependant, ils sont aussi dans un stade de vie où l'apprentissage les entoure. La sensibilisation tire alors profit de ce stade pour promouvoir de meilleures habitudes et ainsi éduquer les prochaines générations à protéger leurs ressources. Le moyen le plus simple est au travers des enseignements à l'école. Par exemple, aux îles Turques et Caïques, le projet *Wonderful Water* a été développé en collaboration entre OTEP et le département de l'éducation (UK Overseas Territories Conservation Forum, 2011). Il s'agit d'incorporer au curriculum scolaire les différents aspects de l'eau sur cette île, c'est-à-dire son rôle, son importance et sa gestion. D'autres projets offrent des ateliers qui ciblent les professeurs du primaire et ceux du début secondaire (Governor's Office, 2012), ainsi que des conférences où sont invités des ingénieurs qui abordent entre autres l'importance de conserver la ressource en eau pour les îles comme *Grand Turk* (Governor's Office, 2012). Il est important de montrer aux jeunes qu'il ne s'agit pas d'une problématique banale et que des professionnels travaillent présentement à améliorer cette situation et puis qu'eux aussi peuvent faire une différence. De même, la directrice du musée national des îles Turques et Caïques a préparé une présentation explicative sur l'approvisionnement en eau du musée. Le musée comble la totalité de ses besoins en eau avec la récolte des eaux de pluie (Governor's Office, 2012). Cet exemple concret permet aux jeunes de visualiser l'importance que peut avoir une source d'eau alternative. Il ne suffit pas d'expliquer aux jeunes, mais leur présenter des projets ainsi peut aider à développer leur intérêt à exploiter des sources d'eau alternative. La Société des eaux de la Dominique (DOWASCO) a aussi lancé des programmes d'éducation dans les écoles pour sensibiliser les jeunes à la conservation des ressources en eau (Brown, 2012).

Deuxièmement, la sensibilisation peut aussi se faire au niveau de tous les habitants d'une communauté. Il ne faut surtout pas la restreindre aux jeunes. Des projets comme le musée aux îles Turques et Caïques peuvent facilement interpeler les gens plus âgés comme solution pour leur propre résidence. C'est aussi la raison pour laquelle la Société des eaux de la Dominique lance son programme de sensibilisation dans les écoles, mais aussi dans les communautés (Brown, 2012). On retrouve donc ici des exemples de sensibilisation facilement transférables d'un pays à l'autre.

De même, la République dominicaine concentre ses activités de préservation de l'eau au niveau de l'entière des communautés en les éduquant et en leur donnant la capacité de gérer la quantité et la qualité de leur ressource en eau (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 2010). Le tout en préservant un volet destiné aux plus jeunes membres des communautés. On voit encore une fois un projet de sensibilisation qui cible les jeunes à l'école et les autres. Plus précisément, leur programme utilise :

- La distribution d'information par le biais de document.
- L'éducation au travers du curriculum scolaire.
- La législation.
- Programme comme *Ríos limpios* .

Puis, au-delà de la simple sensibilisation, le programme *Ríos limpios* jumelle leur campagne de sensibilisation à des activités pratiques. Ce type d'activité permet aux utilisateurs de l'eau de comprendre tout le processus derrière l'approvisionnement en eau. À l'intérieur du programme seront réalisées des activités de suivis de la qualité de l'eau (par exemple : la contamination biologique), de l'identification de problématiques spécifiques, de la promotion de mesure pour la conservation de l'eau et autres (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 2010). À ce niveau, une équipe spécialisée doit entreprendre l'éducation des communautés et leur apprendre les différents volets du programme puisque des actions concrètes seront mises en place.

2.1.2 Sensibilisation aux gaspillages dans les résidences

Les programmes de sensibilisation peuvent aussi cibler des groupes d'activités précises. Entre autres chez les ménages puisque l'eau douce est essentielle et utilisée de bien des façons dans les habitations. Cependant, il faut éliminer le gaspillage. C'est pourquoi des organismes produisent des listes de petits gestes à faire ou à éviter. Par exemple, voici une liste fournie par Terre d'avenir (Deleau, 2011) :

- Préférer la douche au bain.
- Installer des réducteurs de pression sur les robinets.
- Acquérir lave-linge et lave-vaisselle de classe A consommant très peu d'eau.
- Installer une toilette à double commande.
- Traquer et réparer les fuites d'eau.
- Ne jamais laisser couler l'eau.

Les touristes aussi représentent des consommateurs d'eau importants dans leur résidence de séjour dans les îles des Caraïbes. Leur consommation quotidienne correspond en partie à l'usage domestique qu'ils effectuent normalement. Les touristes ne sont pas tous au courant des enjeux de l'eau que vivent certaines populations vivant dans les destinations voyages. Ainsi, le tourisme durable comprend un volet de sensibilisation afin d'indiquer les pratiques les plus respectueuses de la ressource aux clients. La Jamaïque, la Barbade et Aruba sont considérées des leaders mondiaux pour le tourisme durable (Birdlife International, 2010).

2.1.3 Sensibilisation des responsables du transport

Il ne faut pas non plus oublier que le rôle du fournisseur est primordial. Dans bien des cas, le fournisseur est le responsable du transport de l'eau ou de son accès. Plus d'attention doit être accordée aux systèmes d'entretien, comme le mentionne Saade (2005). Sans un bon entretien, les systèmes sont défectueux et l'eau fuit. À Trinidad et Tobago, leur grande faiblesse est justement le transport de l'eau qui est responsable de la plus grande consommation, par la perte (CARICOM Secretariat, 2008). Il est donc important que des mesures de sensibilisation soient dirigées à ces responsables, de même qu'une législation demandant une certaine efficacité dans le service serait essentielle. Par exemple, en Dominique, DoWasCo qui s'occupe du transport de l'eau a implanté un programme qui a permis de réparer et changer la tuyauterie sur 1000 pieds afin

d'éliminer les brisures et les fuites d'eau associées (Dowascopr, 2012). La sensibilisation de ses acteurs ne semble malheureusement pas une priorité partout, vu la faible quantité de programmes visant ces responsables et le peu de législations imposées.

2.1.4 Utilisation de l'eau dans le secteur agricole

En agriculture dans les îles des Caraïbes, l'eau est principalement utilisée pour l'irrigation des terres. L'amélioration des pratiques d'agriculture afin d'économiser l'eau devrait être un enjeu fondamental, car elles sont les plus grandes consommatrices d'eau douce (World water, 2012).

Pour la production agricole, un apport en eau est essentiel. De façon naturelle, les pluies se chargent de cette contrainte. Cependant, durant les périodes de sécheresse ou de pousses plus courtes, les producteurs subissent des pertes économiques dues à des rendements agricoles réduits (Birdlife International, 2010). La gravité de ces pertes économiques, ainsi que l'importance des récoltes servent de justification pour les producteurs afin de puiser de grandes quantités d'eau afin d'arroser leurs plantations et d'augmenter la production. Le recours des producteurs consiste à puiser de l'eau des sources disponibles dans les environs. Actuellement, ce sont les puits, les rivières et les étangs qui servent de sources. Plusieurs approches peuvent être utilisées afin de réduire la consommation d'eau des champs agricoles.

D'une part, les techniques d'irrigation utilisées ne sont pas toujours les plus performantes puisque les quantités d'eau utilisées surpassent les besoins réels. Une étude de Harlan *et al.* (2002) indique qu'en République dominicaine seulement 18 à 20 % de l'eau utilisée provoque un changement de rentabilité (Harlan *et al.*, 2002). On peut donc en conclure qu'il y a une grande partie de l'eau qui est gaspillée. Parmi les facteurs responsables de ce gaspillage, on retrouve l'état de la canalisation, le haut taux d'évaporation et les méthodes d'arrosage (Harlan *et al.*, 2002). De meilleures techniques d'irrigation devraient ainsi être implantées.

D'autre part, un second facteur qui provoque une demande en eau supérieure au besoin réel des cultures est que beaucoup de cultures se font sur des terrains avec une forte pente (Smukler *et al.*, 2011). Puisque la pente réduit la rétention et l'infiltration d'eau, les terrains des cultivateurs

s'assèchent beaucoup plus rapidement, ceux-ci doivent ainsi puiser de grandes quantités d'eau ailleurs et arroser leurs parcelles. Pour contrer cet effet, les labours de contour, les bandes tampons, les déviations et les terrasses sont des solutions permettant de retenir l'eau (PNUE, 1998). Une meilleure rétention d'eau signifie qu'une moins grande quantité d'eau extérieure est nécessaire. Puis, le fait de ralentir le flux des écoulements d'eau permet de diminuer l'érosion et la perte de terres arables (PNUE, 1998).

Puis, l'agriculture protégée est aussi proposée afin de mieux gérer l'utilisation de l'eau et ainsi éviter les gaspillages (Caribbean Agricultural Research and Development Institute, 2011). L'agriculture protégée est un type d'agriculture sous serre. L'effet semi-clos que procure une serre permet d'avoir un plus grand contrôle sur le climat adjacent à la culture. De cette façon, il est possible de diminuer l'évaporation et réduire la force des vents qui assèchent le sol. Le contrôle de ces deux facteurs permet de réduire les besoins et par le fait même l'extraction d'eau.

Une nouvelle approche vise l'efficacité de l'irrigation et a évité les gaspillages. Cette approche évalue les besoins en eau des cultures, c'est-à-dire la productivité physique de l'eau ou le ratio d'extrait provenant de l'agriculture sur la quantité d'eau consommée (World Water Forum, 2012). Ce principe encourage ainsi le développement de techniques plus efficaces d'utilisation de l'eau lors de l'irrigation de plantation, en plus d'associer à certaines cultures un point de référence d'eau nécessaire. Le point de référence représente la quantité d'eau qui devrait être disponible pour une culture afin de maximiser sa production.

Par la suite, les différents assortiments de légumes ont des besoins en eau qui varient. Il y a donc des chercheurs de Cuba qui travaillent afin de sélectionner des variétés de légumes adaptés aux conditions climatiques des Caraïbes (González, 2012). Ces variétés nécessiteraient un apport extérieur moins exigeant au niveau de l'eau, ce qui diminuerait les besoins d'irrigation.

Mis à part le choix de légumes particuliers, certaines îles pratiquent l'agroforesterie. Ce type d'agriculture joint la culture d'arbres à celle de plantes. Il y a deux approches possibles, soit faire pousser des arbres à l'intérieur des terres agricoles ou à l'inverse, pratiquer l'agriculture sous un couvert forestier (FAO, 2011). Cette pratique peut se faire de manière symbolique, comme en

Haïti (Deetjens, 2011), mais malgré l'origine symbolique de cette culture, puisque les rendements dépendent des pluies, la diversité végétale retrouvée au sein d'une plantation agroforestière assure un apport alimentaire plus certain (McClintock, 2004). Les producteurs subissent moins de pertes lors de périodes sèches et ressentent moins le besoin de compenser le niveau de rendement en irriguant leur plantation. De plus, la polyculture est généralement moins exigeante pour l'environnement qu'une monoculture. Le couvert forestier représente aussi un avantage au niveau hydrique, puisqu'il agit comme barrière physique au ruissellement et retient l'eau (FAO, 2011). Donc une autre économie d'eau est réalisée.

Toutefois, il est parfois difficile de réduire les quantités d'eau puisées afin d'irriguer les plantations. Dans une telle circonstance, il est préférable d'opter pour des réserves d'eau autres que celles d'eau douce potable. Par exemple, à Antigua et Barbuda, il est connu que certains étangs étaient utilisés comme réserve d'eau pour arroser les plantations (Carter, 2010a). L'utilisation de ce type de réservoir permet de préserver les sources d'eau de surface, telles les rivières, ou celle des aquifères souterrains qui sont aussi prisées par d'autres utilisateurs. Ces étangs représentaient une bonne solution. Cependant suite à une contamination de ceux-ci, ils ne peuvent plus servir pour les producteurs (Carter, 2010a). À Antigua et Barbuda, ce phénomène oblige les producteurs à puiser dans les ressources partagées et la demande devient alors trop grande pour représenter une extraction durable (Carter, 2010a). Outre les étangs, on retrouve aussi l'eau de pluie et les eaux usées comme option de source d'eau pour l'irrigation. Ces choix sont préférables aux eaux de surface puisqu'ils sont généralement inutilisés, tant par l'humain que pour les écosystèmes. C'est entre autres ces choix qui ont été mis de l'avant lors du World Water Forum (2012), où deux objectifs ont été formulés. Le premier étant d'augmenter la productivité de l'agriculture s'approvisionnant d'eau de pluie et d'augmenter l'irrigation de 15 % comparativement à 2005-2007 dans les Amériques (World Water Forum, 2012). Le deuxième est d'augmenter l'utilisation d'eaux usées ou de mauvaise qualité en agriculture en comparaison à de l'eau potable de 25 % comparativement à 2005-2007 (World Water Forum, 2012). Ce deuxième objectif permettrait de réduire l'approvisionnement d'eau potable pour l'irrigation et du même coup, diminuer les rejets d'eau usée directement dans les cours d'eau, soit un effet secondaire très bénéfique.

Finalement, comme la justification de l'utilisation d'autant d'eau est réalisée en partie pour contrer les pertes économiques, la variation des revenus et une meilleure rentabilité diminueraient la nécessité d'avoir une culture durant les périodes sèches. Moins de cultures durant cette période représentent un moyen de diminuer l'extraction d'eau. Les types de cultures, comme l'ethnobotanique, les herbes et les cosmétiques offrent des revenus alternatifs aux producteurs. Également, des activités qui relient le tourisme aux aliments permettraient d'établir une demande plus certaine pour les producteurs, par exemple la promotion d'activité centrée sur l'agrotourisme écologique (Birdlife International, 2010). Le système de commerce équitable représente aussi un avantage pour les producteurs. Ce marché prône le développement, un revenu digne pour les producteurs et un marché plus stable (Fairtrade Canada, s. d.). Les meilleurs revenus offrent aux producteurs la possibilité d'opter pour des cultures à plus petites échelles qui ont des besoins en eaux moins exigeantes.

2.1.5 Secteur industriel

Le secteur de l'industrie utilise aussi l'eau dans ces procédés et son usage est très varié. En République dominicaine, il y a une concentration des industries, communément appelée des parcs industriels. Cette concentration provoque une concentration de la demande d'eau (Harlan *et al.*, 2002). Le partage de la ressource est alors problématique. À la Barbade, le secteur de l'industrie est le plus grand consommateur (Walling *et al.*, 2005). Dans ces cas, une approche holistique du bassin versant est primordiale. Les besoins des différents utilisateurs de l'eau doivent être pris en compte si les responsables de la gestion de l'eau cherchent à un partage juste et équilibré. De plus, ces informations peuvent orienter la prise de décision à savoir qu'elle est la prochaine étape pour assurer la pérennité de la ressource dans la région.

De plus, la décharge des eaux usées dans l'environnement représente une source de contamination des eaux de surface (Birdlife International, 2010; Carter, 2010a), pourtant il ne semble pas y avoir de grands projets qui ciblent particulièrement ces problèmes d'utilisation ou de contamination.

2.2 Diminution de la contamination

La contamination représente une réelle menace pour les sources d'eau. Il ne suffit pas qu'il y ait de l'eau pour que les services qu'elle rend soient effectués, il faut aussi que celle-ci ait un certain niveau de qualité. Ce niveau n'est pas le même pour que l'utilisent les humains ou les animaux sans ressentir d'effet négatif. Il n'en reste pas moins qu'une eau de meilleure qualité profite à tous les organismes.

Les sources de contaminations qui atteignent les eaux de surface ou souterraines sont variées. On retrouve particulièrement la pollution liée aux activités agricoles. Celles-ci sont regroupées sous forme de source de pollution diffuse. Par la suite, il y a la pollution par les eaux usées. Ces sources de pollutions sont variées. Lorsque les eaux sont d'abord canalisées, on parle de sources ponctuelles, puisqu'elles sont rejetées à l'environnement à un lieu précis. Cependant, si celles-ci sont librement déversées dans le milieu environnemental à divers points, il s'agit d'une source diffuse. Ici entre en jeu la question des installations sanitaires qui récupèrent une partie des eaux usées. Il est généralement plus facile de cibler une source ponctuelle vu sa localisation géographique.

2.2.1 Contamination de l'eau par les pratiques agricoles

Les pratiques agricoles couramment utilisées de nos jours nécessitent l'application de produits chimiques comme des pesticides, des herbicides ou des fertilisants afin d'améliorer la production des plantations (CARICOM, 2004). L'agriculture représente alors une source très importante de contaminants pour les eaux de surfaces et souterraines. Ainsi, tout en contribuant à la contamination de l'eau, ce type de culture utilise énormément de cette denrée rare, comme mentionné précédemment.

La contamination des eaux est donc une problématique importante reliée au secteur agricole, puisque mise à part 2 pays, les Bahamas et la Dominique, les pays membres de CARICOM voient leur utilisation de produits chimiques grandement fluctuer avec les années (CARICOM, 2004). En Jamaïque, l'utilisation de ces contaminants a été aux environs de 2 231 t par an des années 1998 à

2004 (CARICOM, 2004). Certaines techniques pour retenir l'eau comme les labours de contour, les bandes tampons, les déviations et les terrasses aident aussi à retenir les polluants en provenance de source non ponctuelle comme les champs agricoles (PNUE, 1998). Le ralentissement de l'eau permet aux substances polluantes de se déposer aux sols et ainsi éviter qu'elles ne se rendent dans les rivières (PNUE, 1998). Ces techniques diminuent ainsi la contamination des eaux de surfaces environnantes.

Une autre option afin de réduire la contamination des eaux par les pratiques agricoles est l'agriculture biologique. Celle-ci s'accommode davantage à la production à petite échelle qui est moins exigeante d'un point de vue environnemental (Birdlife International, 2010). Ce type d'agriculture n'utilise pas d'engrais ou de fertilisants chimiques, il n'y a donc pas de contamination chimique des eaux de ruissellement. Dans cette optique, le ministère de l'Agriculture de la Jamaïque avait encouragé en 2006 le développement de l'agriculture biologique en investissant 20 millions de dollars dans le projet Nation Organic Agricultural Enhancement (NOAEP) (Gleaner Company, 2006).

Finalement, des pays comme Haïti, sans encourager directement un type d'agriculture spécifique, offrent aux fermiers des ateliers de formation pour améliorer les pratiques agricoles, c'est-à-dire la promotion d'une gestion durable des terres (Carter, 2010a; Carter, 2010c). Ces pratiques visent à réduire l'introduction de produits nocifs pour la santé humaine, animale et végétale et préserver les rivières et le sol (Carter, 2010c). Ces formations sensibilisent les fermiers à l'égard des aspects négatifs de l'agriculture sur l'environnement. Par exemple, la fondation *Countess Moira Charitable Foundation* a participé à la formation de quatorze producteurs à Haïti (Smukler *et al.*, 2011). La formation portait sur la conservation du sol, la culture du périmètre, la planification de la densité des cultures et l'utilisation de fertilisants. L'information a été offerte sous forme d'ateliers et d'exemples concrets. Smukler *et al.* (2011) affirme que les premiers objectifs du projet ont été atteints. Certains d'entre eux sont :

- Démontrer différentes techniques d'agriculture et les meilleurs types de gestion à l'intérieur d'un bassin versant.

- Sensibiliser les producteurs aux meilleures pratiques et à une meilleure gestion post-récolte.

2.2.2 Traitement des eaux usées

On ne peut dissocier les enjeux d'eau douce et celles de la gestion des eaux usées. Une source de contamination des eaux douces très importante est la matière fécale (Ballesterio Vargas, 2012). Le chapitre précédent indique le haut niveau de manque d'installations sanitaires appropriées, en plus des eaux usées récoltées et non traitées.

Une première étape importante pour limiter la contamination des eaux est une réglementation concernant les eaux usées. S'il est interdit de rejeter une eau sous un seuil de qualité, les utilisateurs de l'eau devront se conformer et trouver une solution de traitement. À la Barbade, afin de limiter la contamination des eaux souterraines, particulièrement la contamination bactérienne, le gouvernement a divisé l'île en zones. Chaque zone détient un niveau différent de protection (Carter, 2010b). La zone 1 est la plus protégée en ce qui concerne le développement permis. À l'inverse, la zone 5 est la moins contraignante. La réglementation révisée concernant les installations septiques privées et la disposition des eaux usées voit aux contrôles de tout développement des systèmes d'élimination d'eaux usées qui pourrait causer préjudice à la ressource nationale de l'eau (Carter, 2010b). Cette nouvelle réglementation devrait alors aider à limiter davantage la contamination des eaux souterraines. La faiblesse de la législation est généralement dans son application. Les habitants n'ont pas toujours accès à des services de traitement des eaux ou la connaissance de technologie qui réglerait leur problème.

Un exemple d'application d'action dans le but de diminuer la contamination est la construction de canalisation. Une étude de 2005 indique que les systèmes d'égouts étaient presque inexistants à Haïti (Saade, 2005). Pour les quartiers résidentiels qui détiennent des services d'eau, soit l'eau courante ou autre, l'évacuation de leurs eaux usées se faisait directement dans la nature sans traitement préalable (Saade, 2005). Cela représente alors une importante quantité d'eau contaminée qui polluera les eaux environnantes, puisque l'eau est renvoyée dans des caniveaux, dans les rues ou dans des fosses d'infiltration sans forcément passer par des fosses septiques (Saade, 2005). Puis, en 2010 Haïti a été frappé par un séisme qui a causé une grande destruction.

Cette année-là, W-SMART a alors communiqué avec le Gouvernement haïtien afin de définir les besoins prioritaires, entre autres de construire ou reconstruire les réseaux d'eau et d'assainissement (Elie, 2010). Il s'agissait d'une priorité, car beaucoup de maladies provenant d'eaux contaminées s'étaient répandues. Les ingénieurs de ce groupe participent à une variété de projets, ils ont donc amorcé la construction de latrines jusqu'à la construction de systèmes d'évacuation et de drainage en milieu urbain (Elie, 2010). Ainsi, avec une canalisation complète, la source de contamination devient ponctuelle et peut être envoyée vers un centre de traitement plus facilement.

L'étape suivant la canalisation des eaux usées est le traitement de celles-ci. Les centres de traitements des eaux usées sont généralement grands et très coûteux. Toutefois, l'utilisation de plusieurs petits centres, distribués selon les besoins et qui recevront de moins grande quantité d'eau, est avantageuse dans plusieurs régions des Caraïbes où certaines communautés sont limitées en habitants et en eaux usées produites. Différents procédés de traitement sont disponibles sur le marché. Premièrement, il y a le MINUSTAH en Haïti, qui a opté pour le traitement des eaux usées qu'il produit. MINUSTAH a lancé un projet pilote de filtrage d'eau écologique (UN Stabilization Mission in Haïti, 2013). Ainsi les bases où sont concentrées leurs équipes peuvent filtrer leurs eaux usées et ne pas contribuer à la pollution des eaux environnantes. Il s'agit d'un nouveau projet, mais le directeur de l'entreprise précise que le système permet de transformer les eaux usées en eau douce, même potable. Il s'agit d'un système où l'eau s'écoule à travers un nombre de filtre et en ressort nettoyé, jusqu'à 50 000 litres peuvent être filtrés par jour (UN Stabilization Mission in Haïti, 2013). Les filtres ont des niveaux de captation variés, cela va de matières grossières jusqu'aux bactéries (UN Stabilization Mission in Haïti, 2013). Deuxièmement, il y a des compagnies, comme la compagnie HG Environnement, qui travaille sur des procédés de traitement des eaux usées (Flores Dominguez *et al.*, 2013). Cette compagnie œuvre principalement dans un pays dont le contexte socio-économique et environnemental est très différent, au Québec. Cependant, ils ont entrepris un projet d'essai en République dominicaine où ils ont adapté leur système écophyltre aux climats tropicaux (Flores Dominguez *et al.*, 2013). Ils ont alors découvert qu'avec quelques légères modifications leur technologie s'adapte très bien et le procédé est rendu plus rapide et les installations plus petites qu'au Québec (Flores Dominguez *et al.*, 2013). Un second avantage de ce système de traitement

des eaux usées est que la technologie permet aussi la récupération des eaux usées et que celle-ci soit réutilisée. Les utilisations secondaires comprennent l'irrigation de forêts aménagées, de cultures et son utilisation à des fins de nettoyage pour des buanderies (Flores Dominguez *et al.*, 2013). Un excellent exemple pour démontrer les biens faits de traiter l'eau avant de la renvoyer à l'environnement, une fois décontaminée, elle peut effectivement resservir.

2.3 Restauration des écosystèmes

La destruction des écosystèmes aquatiques et forestiers a une influence négative sur le régime hydrique. Les sociétés se sont bâties dans les zones riches en ressources, en aval de bassins versants boisés (Stolton et Dudley, 2007). Il y a un lien culturel solide entre les forêts et les sociétés. Les forêts contribuent à conserver un approvisionnement constant en eau de bonne qualité (Stolton et Dudley, 2007). Le chapitre précédent mentionne à plusieurs reprises que les sites clés pour l'abondance d'eau douce sont délimités par des bassins versants. L'intégrité environnementale de ces bassins versants est donc essentielle pour garder un bon approvisionnement d'eau de qualité.

2.3.1 Les aires protégées

Les services rendus par les écosystèmes d'eau douce comprennent la disponibilité d'eau purifiée, des quantités d'eau suffisante pour l'usage domestique et la production d'électricité. Ces écosystèmes participent aussi dans le cycle des nutriments, dans le contrôle des inondations et dans la régulation du climat (Conservation International, 2013). Les forêts, quant à elles, aident à retenir le sol, à diminuer les vents, à augmenter la fertilité des sols, à absorber du carbone et surtout permettre à l'eau de s'infiltrer dans le sol lors de pluies torrentielles (Johnson Williams, 2011). À l'inverse, les régions défrichées sont responsables d'inondations et de l'augmentation de l'aridité du climat (Stolton et Dudley, 2007). Malheureusement, ces écosystèmes très importants sont souvent négligés aux profits du développement économique et gérés de façon à atténuer seulement les impacts de dégradation (Birdlife International, 2010).

La prévention est la meilleure option quand on s'interroge sur la santé d'un écosystème. On ne travaille pas aussi bien que la nature elle-même. Donc, afin de préserver les écosystèmes aquatiques et les bassins versants, l'option la plus utilisée depuis longtemps dans les îles des Caraïbes est la mise en place d'aires protégées. Cet instrument législatif et de gestion permet la conservation et le développement au niveau local et national (Birdlife International, 2010). Dans la même idée, on retrouve aussi la conservation volontaire. Ce type de conservation est fait par les propriétaires sur leur terrain. Certains pays offrent des incitations fiscales pour encourager ce mouvement (Birdlife International, 2010). La conservation volontaire aide particulièrement à créer des corridors biologiques pour relier des réserves forestières et autres aires protégées (Birdlife International, 2010). À Porto Rico, les lois permettent aux entités privées de mettre une partie de leur terre au titre de servitudes environnementales, mais ces législations spécifiques ne se retrouvent pas dans la majorité des pays caribéens (Birdlife International, 2010).

Les aires protégées ne sont toutefois pas une garantie de conservation. Quelques pays des îles des Caraïbes ont des modalités institutionnelles centralisées bien coordonnées pour gérer les aires protégées. Cependant, sur plusieurs îles la gestion de ces aires est médiocre et inefficace (Birdlife International, 2010). Par exemple, sur l'île de Saint-Vincent on retrouve un corridor biologique qui est une zone clé pour la biodiversité qui comprend plusieurs réserves forestières et un parc national (Birdlife International, 2010). Il comprend aussi les bassins versants principaux qui fournissent la majorité de l'eau à la population. Malgré la présence de réserves et de parc, celui-ci présente actuellement une dégradation de ses forêts et est présentement sous la pression du développement d'infrastructure et de l'expansion agricole (Birdlife International, 2010).

2.3.2 Reforestation

La déforestation de bassin versant influence de façon négative l'écoulement et la pureté de l'eau, ce qui affecte les communautés desservies par ses bassins versants. Il est connu que des bassins versants boisés disposent et fournissent une eau de meilleure qualité que ceux comprenant d'autres utilisations du sol (Stolton et Dudley, 2007). Comme en Haïti, où la déforestation en amont des bassins versants augmente le ruissellement de l'eau ce qui cause des glissements de terrain et des inondations (Conservation international, 2013). De plus, les autres utilisations du sol

sont susceptibles d'introduire des polluants dans les eaux de surfaces et en détériorer la qualité (Conservation internationale, 2013), alors qu'un couvert forestier tend davantage à régulariser l'érosion et réduire la charge solide (Stolton et Dudley, 2007). Si les eaux ne sont pas au préalable protégées de la contamination, il en revient aux communautés utilisatrices de procéder à des traitements avant son utilisation et cela augmente les coûts associés à l'eau (Stolton et Dudley, 2007). La reforestation fait ainsi partie de la solution pour améliorer la quantité et la qualité des eaux libres. Cependant, les projets présentés indiquent qu'il ne suffit pas de replanter des arbres. Les mécanismes de coupe de bois en place y sont pour une raison. Il faut donc parallèlement travailler sur la cause du problème.

À Haïti, on rencontre plusieurs opportunités de projets afin de renforcer l'intégrité écologique et la résilience des écosystèmes. Ces projets de reforestation visent à améliorer les moyens de subsistance des différentes populations humaines et animales et protéger les bassins versants (Birdlife International, 2010). Par exemple, le projet Pwoje Pyebwa, en Haïti, a débuté dans les années 1980. Il s'agissait d'un projet majeur pour lequel plus de 25 millions d'arbres ont été plantés (Johnson Williams, 2011). Les responsables du projet rapportent toutefois que pour chaque arbre planté, environ sept étaient coupés (Johnson Williams, 2011). Il était donc impossible de réellement reforester et tirer les bénéfices d'un bassin versant boisé. Les habitants ne connaissent pas tous les bénéfices environnementaux que procure la forêt. Le projet de reforestation Pwoje Pyebwa a donc éventuellement inclus un volet optimisant l'utilisation des ressources forestières afin de diminuer la pression exercée par les secteurs agricoles et industriels (Johnson Williams, 2011).

Un second exemple de projet de reforestation est celui de *Youth Leadership Training Program* Haïti. Celui-ci, plus récent, s'est intégré à un projet de grande envergure qui vise à reboiser Haïti en conscientisant les jeunes (The Art of Living, 2013). Le projet a déjà planté plus de 200 arbres fruitiers et en encourage un autre 150 (The Art of Living, 2013). Pour la grandeur de l'île, c'est peu, mais derrière cette idée c'est l'implication des jeunes qui est visée. Le but est de planter et d'entretenir 1.5 million d'arbres et ils auront accès à 30 000 acres de terrain pour la reforestation (The Art of Living, 2013). On peut remarquer l'aspect social encore une fois très important et inclus dans le projet dès le départ.

À la Barbade, on retrouve le projet *Capacity Building for Youth in Sustainable Land Management* (National Conservation Commission, 2012). Le projet consiste à encourager la jeunesse à se conscientiser et à s'impliquer davantage dans la préservation et la valorisation de leur environnement par une gestion durable des terres, de créer un sentiment d'appartenance entre les jeunes et leur environnement (National Conservation Commission, 2012). Environ 80 000 arbres seront plantés dans le district sud de l'île. Cette région particulière a été choisie puisque la commission nationale de la conservation désirait diminuer l'érosion observée (National Conservation Commission, 2012). En effet, les buts de ce projet sont (National Conservation Commission, 2012) :

- Restaurer les régions défrichées.
- Augmenter la diversité végétale.
- Combattre l'érosion des sols.
- Améliorer l'esthétique naturelle.

En 2007-2008, le projet s'est concentré sur la manière de reboiser et l'enseignement d'utilisation de nouvelles technologies comme un système de positionnement géographique (GPS). Ces technologies sont reliées étroitement avec le secteur forestier et la reforestation (National Conservation Commission, 2012). Jusqu'à présent c'est 16 500 arbres qui ont été plantés (National Conservation Commission, 2012).

Il est important de prendre conscience que les projets de reforestation ne sont pas toujours dans le but d'améliorer des services écologiques reliés à l'eau. Cela n'empêche pas que ces projets bénéficient tout de même à l'écosystème ou au bassin versant en entier. Certains efforts de réhabilitation et conservation de forêts ont produit des résultats encourageants. Il est important de continuer à investir dans des modèles innovants et alternatifs de reboisement et de gestion durable des forêts (Birdlife International, 2010).

Ainsi, les projets de restauration sont présents sur une majorité des îles dans les Caraïbes, cependant la réhabilitation des sites et le couvert forestier n'augmentent pas très rapidement. Il serait alors intéressant d'approfondir encore davantage l'analyse de certains projets qui sont déjà en place dans une région donnée afin de déterminer les lacunes, et ce, avant d'y entreprendre de nouveaux projets.

2.4 Recharge artificielle

La recharge artificielle est un processus qui permet de renflouer les aquifères souterrains afin que les utilisateurs puissent continuer d'y puiser leur eau (Maliva et Missimer, 2010). Le but du processus est d'influencer la pénétration de l'eau dans le sol ce qui va recharger les aquifères (Maliva et Missimer, 2010). Les eaux injectées se doivent d'avoir au préalable une certaine qualité afin de ne pas contaminer la nappe phréatique existante.

Cette pratique ne semble pas être très populaire aux îles des Caraïbes. Pourtant, certains pays comme la République dominicaine, les Bahamas et la Barbade utilisent principalement les eaux douces souterraines (Carter, 2010b). Il serait donc dans l'intérêt de ces pays de préserver sérieusement cette ressource. Au contraire, ces pays se développent et le développement urbain augmente les surfaces imperméables. Ces surfaces augmentent les quantités d'eau qui ruissèlent et les accélèrent jusqu'aux rivières. L'eau des pluies recharge normalement les aquifères, cependant lorsqu'elle ruissèle directement aux cours d'eau et jusqu'à la mer, elle n'a pas le temps de s'infiltrer pour regorger les aquifères souterrains (Brown, 2012). Sans un rechargement de ces aquifères, les niveaux d'eau diminuent disproportionnellement, ce qui peut les assécher.

Lorsque ces aquifères se retrouvent près des côtes, il est aussi possible qu'une diminution des niveaux d'eau des aquifères laisse pénétrer de l'eau salée. Cette contamination change les propriétés de l'eau et avec une rentrée d'eau salée importante, l'eau devient saumâtre et n'est plus potable. C'est la raison pour laquelle M. Rodrigues, Autorité des services publics d'Antigua, indique que leurs projets incluent aussi la recharge artificielle (Brown, 2012). Celui-ci a compris l'importance de cette ressource.

2.5 Récupération de l'eau de pluie

Différentes raisons nous poussent vers la captation ou la récupération de l'eau de pluie. Cette source d'eau pour un usage direct ou pour la traiter et la consommer représente une source d'eau alternative intéressante dans le contexte climatique des îles des Caraïbes. La saison des pluies approvisionne des quantités d'eau plus que nécessaire et durant la saison sèche l'apport en eau est insuffisant. Ainsi la capture de l'eau durant la saison des pluies et son stockage pour la saison sèche prend tout son sens avec la captation de l'eau de pluie. De plus, elle est gratuite, elle est naturellement douce, elle représente un investissement durable et écologique et elle peut servir de réserve en cas de crise (Deleau, 2011).

La récupération est relativement simple, le système de récolte est fait de trois composantes : surface de captage, système d'acheminement et réservoir de stockage (Corbel et Pascal, 2009). Les toits sont la principale surface de captage d'où ruissèle l'eau acheminée par des gouttières vers un réservoir. Certains systèmes peuvent être équipés de filtres collecteurs afin de débarrasser l'eau de débris avant de la stocker (Deleau, 2011), ces filtres peuvent être très fins et arriver à capter des bactéries (Corbel et Pascal, 2009). D'autres utilisent un système de déviation des premiers passages d'eau, ce qui nettoie le système (Corbel et Pascal, 2009). Les citernes de stockage peuvent aussi être équipées d'un dispositif anti-remous pour ne pas soulever les poussières déposées au fond de l'eau. Puis, l'eau est pompée à l'extérieur pour être utilisée (Deleau, 2011). La technologie de base est facilement transformable selon le besoin. De plus, l'installation et le maintien de l'équipement sont rudimentaires. Finalement, les standards de qualité de l'eau sont facilement atteignables avec des traitements simples (Forde *et al.*, 2012).

Toutefois, beaucoup de communautés dans les Caraïbes ont délaissé cette pratique lorsque des centrales municipales ont commencé à desservir certaines régions (Forde *et al.*, 2012). D'autres n'ont malheureusement pas inclus cette pratique dans le plan de gestion de la ressource en eau qui comprend les eaux de surfaces et souterraines (Forde *et al.*, 2012). Les gens délaissent cette pratique pour différentes raisons, car il s'agit d'une solution rudimentaire, parce que les distributeurs puisent l'eau dans des sources encore plus profondément donc la nécessité d'opter pour de nouvelle source n'est pas pressante ou bien procède à la désalinisation comme source

d'eau douce. Il y a donc peu d'investissement de la part des gouvernements pour cette stratégie (Forde *et al.*, 2012).

Cependant, il n'en reste pas moins que la pluie, dans la majorité des cas, ruissèle rapidement dans les ruisseaux et à la mer où elle perd sa valeur d'eau douce. Il y a, ici, une ressource qui est négligée à tort. Au contraire, il serait intéressant d'analyser et d'approfondir cette option. L'eau de pluie sans traitement peut être utilisée dans les latrines et pour laver les vêtements et ainsi diminuer la pression sur les sources d'eau douce potable. Il est possible, que les gens se détournent de cette pratique par manque de connaissance, de compétence ou de conscience environnementale (Forde *et al.*, 2012). Les autres technologies sont généralement plus dispendieuses, ainsi, pour les régions moins riches l'eau de pluie devient une ressource intelligente et accessible (Forde *et al.*, 2012). L'UNEP a écrit un livre en 1996, *Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean*, celui-ci énumère les avantages et désavantages de pratiquer la récupération de l'eau de pluie. Les avantages sont les suivantes :

- L'eau de pluie est disponible là où elle est nécessaire, c'est l'utilisateur le propriétaire et celui qui voit au fonctionnement.
- L'eau stockée est disponible en tout temps et peut servir de réserve en cas de bris du service public. Par exemple, durant un désastre naturel.
- La construction de la surface de captage est facilement construite, la main d'œuvre peut être locale.
- Le système peut facilement remplir des demandes variées. Si la demande augmente, le réservoir peut être changé et ainsi de suite selon les ressources financières.
- Les propriétés physiques et chimiques de l'eau de pluie peuvent être de meilleures qualités que l'eau de surface puisqu'elle n'est pas contaminée par les substances au sol.
- Les coûts d'entretiens sont bas et peu demandant.

Les désavantages mentionnés sont :

- Le succès de la récupération d'eau de pluie dépend de la fréquence de celle-ci, ainsi en temps de sécheresse ce n'est pas une ressource certaine.
- La capacité de rétention dépend de l'aire de captage. Plus l'aire de captage est grande, plus l'installation et l'entretien sont dispendieux.
- Si les aires de stockage ne sont pas bien surveillées et sont faciles d'accès, elles peuvent représenter un danger pour les enfants.
- Il est possible qu'il y ait contamination par des animaux ou des végétaux.
- Si l'eau est consommée et non traitée, elle représente un risque. De plus, un réservoir d'eau peut représenter un site de reproduction pour les moustiques.
- Les coûts associés à l'installation augmentent les coûts de construction d'une maison et il semble que ces installations peuvent diminuer la valeur de revente.
- Ces installations peuvent diminuer les revenus des services publics.
- Il n'y a pas de minéraux dans l'eau de pluie.

Les avantages sont clairs. Il s'agit d'une alternative peu coûteuse, puisque suite à son installation l'entretien est peu exigeant. C'est une technologie simple que les communautés peuvent s'approprier. Même pour les installations plus complexes, le montage de celle-ci reste simple. Cette technologie est compatible avec les maisons déjà construites ou en construction. Il s'agit d'une source d'eau indépendante, donc son approvisionnement ne se fait pas au détriment de son voisin. Pour les bâtiments de plus grande envergure et qui représentent une plus grande

demande, des investissements plus importants sont nécessaires afin de construire des installations plus grandes tout simplement (Forde *et al.*, 2012). D'autre part, les désavantages sont particulièrement reliés au fait que ce n'est pas une source garantie. Pour la région des Caraïbes, qui connaît une saison des pluies, ce risque est diminué. Les coûts, bien qu'inférieurs à d'autres alternatives, représentent tout de même un coût supplémentaire dans une région en développement. Ces coûts ne sont donc pas négligeables. L'efficacité du système nécessite aussi une connaissance des besoins en eau actuelle et future afin d'instaurer des systèmes adéquats (Deleau, 2011). L'eau de pluie n'est pas garantie potable, sa consommation représente des risques, tout comme l'eau de surface et certaines eaux souterraines. Cependant, cette eau est gratuite et généralement peu contaminée. Elle peut très bien subvenir aux besoins domestiques autres que la consommation, par exemple pour l'arrosage du jardin, le lavage et les usages sanitaires (Deleau, 2011). L'eau de pluie est naturellement douce et demande alors moins de détergent lorsqu'elle est utilisée pour le lavage (Deleau, 2011). De plus, si l'eau est conservée dans des endroits propres, elle est généralement moins contaminée et plus douce que l'eau de surface. Son traitement est moins coûteux et plus simple (Deleau, 2011). Suite à sa purification, cette eau est potable, mais ne contient toujours pas de minéraux. Si la population possède déjà un faible apport en minéraux dans sa diète, cela pourrait engendrer une déficience (Forde *et al.*, 2012).

Toutefois, certains pays ont compris les avantages de cette ressource. Il y a eu un programme en Martinique qui encourageait l'installation de système de récupération de l'eau. En fait, le Conseil général de la Martinique (2007) rend disponible un crédit d'impôt à ceux qui auront installé ce type de système entre 2007 et 2011. Un crédit qui représente 40 % du montant des équipements et de son installation. Les systèmes installés ne sont pas nécessairement équipés de traitement de l'eau. Les députés ont alors souligné que cette eau peut être utilisée pour des usages domestiques non alimentaires et non corporels (Conseil général de la Martinique, 2007). À Antigua et Barbuda, il est maintenant demandé par la loi que les nouvelles propriétés soient équipées d'installations pour récupérer et stocker l'eau de pluie (Carter, 2010a).

De plus, la récupération de l'eau de pluie représente aussi une stratégie efficace à la suite d'un désastre. Le CEHI a utilisé les îles de Grenada comme modèle afin de démontrer ce fait (Forde *et al.*, 2012). Ils ont, entre autres, inclus dans leur projet, l'aspect de la composante de construction,

dans un contexte de besoins immédiats, de limite technique et selon le contexte socio-économique. Pour se faire, le CEHI a entrepris plusieurs activités de formations, de sensibilisation, techniques d'utilisation de données GPS pour déterminer les endroits les plus propices à une bonne capture d'eau de pluie. En 2005, 66 % des habitations de l'île principale de Grenada utilisent l'eau de pluie et mieux encore c'est 100 % pour les habitations de Carriacou et Petit Martinique (Forde *et al.*, 2012).

Finalement, l'accès à l'équipement et aux connaissances nécessaires pour entreprendre la récolte de l'eau de pluie est relativement facile. Différentes compagnies font la livraison d'installation clé en main des équipements nécessaires à la récolte de l'eau, par exemple *JSA technology* (Novundi, 2011). Il est dit que plusieurs systèmes peuvent être envisagés dépendamment des besoins (Novundi, 2011). De plus, il existe des organismes comme Global Water Partnership (GWP-C) qui ont mis à la disposition des internautes une panoplie d'informations sur la récolte de l'eau de pluie (Caribbean Environmental Health Institute, s. d.).

2.6 Bassin de rétention

Un bassin de rétention représente un site d'entreposage, souvent à ciel ouvert où sont conservées d'importantes quantités d'eau jusqu'à son utilisation. Cependant, l'efficacité de cette pratique semble très variée et différents problèmes sont rencontrés.

Pour débiter, Antigua et Barbuda utilisent des sites d'entreposage de l'eau, cependant ceux-ci voient leur capacité de rétention diminuée par une accumulation de sédiments (Carter, 2010a). Ce problème semble dû à un modèle non efficient d'entreposage. La directrice des services météorologiques d'Antigua et Barbuda mentionne qu'il devrait y avoir davantage de stockage pour capturer et conserver l'eau (Brown, 2012). Il y a donc déjà eu des efforts déployés pour ce type de système, mais la mauvaise conception nuit à son efficacité.

Par contre, des exemples démontrent l'avantage de ces bassins. En Haïti, les habitants utilisent cette technique (Elie, 2010). En 2006, dans la région de La Colette, six citernes et dix bassins de rétention ont été construits en collaboration avec la MINUSTAH et l'Action Agro Allemande (UN

Stabilization Mission in Haïti, 2006). L'eau, contenue dans ces bassins, est entre autres destinée à être utilisée pour arroser les cultures de tomates, choux, carottes, etc. (UN Stabilization Mission in Haïti, 2006). De même, Europe Aid (2011) a construit 692 réservoirs d'eau pour la région. L'eau emmagasinée servirait aussi pour l'arrosage des récoltes durant la période sèche (Europe Aid, 2011).

Et certains ont trouvé une solution à l'ensablement. En Dominique, la compagnie Dowascopr a mis sur pieds un projet incluant l'utilisation de plantes afin de filtrer l'eau provenant directement d'une source d'eau de surface pour conserver cette eau dans des bassins de rétention. Cette technique permettrait alors une diminution de l'ensablement des réservoirs (Dowascopr, 2012).

2.7 Dessalement

Le dessalement représente une source d'eau alternative. Elle consiste à retirer une partie du sel de l'eau de mer afin de la rendre potable pour la consommation humaine. Les Bahamas et Antigua et Barbuda utilisent actuellement cette pratique pour combler les manques des autres sources et subvenir à leur besoin de consommation (Roebuck *et al.*, 2004; Carter, 2010a). Pour se faire, Antigua et Barduda ont au moins deux installations de dessalement, une utilisant la distillation flash et l'autre, l'osmose renversée (Carter, 2010a). Ce type d'installation est généralement dispendieux, il en revient alors aux gouvernements de prendre la décision d'investir ou non dans cette ressource. Comme une grande partie des grandes villes se retrouvent près des côtes, la demande en eau douce est grande et l'eau résultante de la désalinisation ne parcourt pas de grande distance pour se rendre aux consommateurs.

2.8 Principaux organismes qui ouvrent dans le domaine

Cette section du chapitre sert à démontrer que plusieurs organismes travaillent sur des projets en lien avec la problématique de l'eau dans les îles des Caraïbes. Il a donc été jugé nécessaire de faire un inventaire de ces organismes et indiquer sur quoi ils travaillent. Cette démarche permet de visualiser où est accordée l'importance et démontrer qu'il y a présentement plusieurs projets ou organismes qui travaillent dans cette région.

La majorité des États insulaires comprennent au minimum une ONG qui travaille pour la biodiversité et la conservation (Birdlife International, 2010). Certains organismes ont évolué sur la base d'un site précis ou d'une ressource majeure. Cependant, les retombées auront un impact positif sur la quantité et la qualité de l'eau s'il protège ou conserve l'environnement et par le fait même travail à la protection de forêt et de bassin versant.

Un premier groupe représente des organismes à but non lucratif qui sont en partie ou entièrement responsables de parcs, d'aires protégées et de zones de conservations. (Birdlife International, 2010) :

- Bahamas National Trust : 25 parcs et aires protégées.
- British Virgin Islands National Parks Trust : 21 parcs nationaux et aires protégées.
- Grupo Jaragua : Parc national de Jaragua en République dominicaine.
- Conservation Trust of Puerto Rico : 5 aires protégées. Au nord, centre, sud, est et ouest.
- Jamaica Conservation and Development Trust : Ils utilisent les fonds qu'ils amassent afin de gérer les projets mis en place dans le parc national des montagnes *Blue and John Crow*.
- Windsor Research Centre : Ce centre s'occupe de Cockpit Country en Jamaïque.
- Université de La Havane et BIOECO : À Cuba, ces deux organismes occupent le même rôle que les trusts des autres îles.

Certains de ces organismes reçoivent l'assistance d'autres organisations comme Nature Conservancy, CANARI, et Birdlife International (Birdlife International, 2010). Le succès de ces organismes est varié (Birdlife International, 2010). La protection et la conservation d'une région comme un bassin versant ont des impacts des plus bénéfiques pour l'eau. Donc, ces organismes, indirectement, participent à la protection de la ressource en eau.

D'autres organismes sont aussi impliqués indirectement ou directement dans la protection de la ressource en eau. Par exemple :

- Wildlife Conservation Society (WCS) : Société qui fait des efforts de conservation de la biodiversité à Cuba depuis 1999 (Birdlife International, 2010). Leur site, Zapatta swamp est un site d'un million d'acres et comprends des forêts, des plages, des marais, des lacs, des rivières, des grottes inondées (Wildlife Conservation Society, 2013).
- Fondation Nunez Jimenez : Fondation cubaine qui travaille à harmoniser l'environnement et la communauté (Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre, 2010). Important partenaire de WWF-Canada, d'Environmental Defense Fund et d'autres organisations actives à Cuba. (Birdlife International, 2010).
- Comité Protos Haïti (CPH) : Programme qui participe à la construction et la réhabilitation des systèmes d'eau potable en milieu rural dans les départements du Centre, dans les communes de Las Cahobas et de Mirebalais. (Saade, 2005).
- Assodlo : ONG locale d'Haïti qui travaille principalement pour la création et la restauration de systèmes d'eau potable, avec la construction de latrines, captage d'eaux pluviales, mobilisation communautaire, éducation sanitaire et agriculture, avec le financement de bailleurs de fonds. (Saade, 2005).
- Nature Conservancy : ONG internationale active dans les Caraïbes. Elle détient quatre bureaux dans ces îles, un aux Bahamas, à Sainte-Croix, à la Jamaïque et en République dominicaine (Birdlife International, 2010). Elle effectue entre autres la gestion d'aires protégées et l'acquisition de terres.
- Fauna and Flora International (FFI) : Organisation internationale de conservation. Elle est active dans les Caraïbes en opérant et appuyant des projets à Anguilla, Antigua et Barbuda, la

Barbade, les îles Vierges britanniques, la Dominique, Montserrat, Saba, Saint-Eustache Saint-Christophe et Niévès et Sainte-Lucie (Birdlife International, 2010).

- Durrell Wildlife Conservation Trust : Organisation de conservation qui travaille à l'international sur des projets de conservation d'espèces. La conservation d'espèces en partie ou entièrement aquatiques implique aussi la conservation de leur milieu. Ainsi, la conservation d'espèce est indirectement liée à la problématique de l'eau, mais leur action peut tout de même avoir des impacts positifs. (Birdlife International, 2010).
- Rare : Organisation internationale de conservation. Elle produit des campagnes de marketing social de sensibilisation locale et d'appui de la conservation de la faune et de la flore sauvages. Les campagnes visent surtout à donner un sentiment d'appartenance aux communautés envers leurs flores et faunes sauvages pour qu'ils aident à la protéger. La première campagne a eu lieu il y a 20 ans sur l'île Sainte-Lucie et a contribué à sauver l'Amazone de cette île. La campagne s'appelait *Pride Campaign*. (Birdlife International, 2010).
- Société Audubon d'Haïti : Société qui tente d'aider les Haïtiens à augmenter leur qualité de vie en conservant les aires naturelles de l'île. Pour se faire, ils ont eu recours à la recherche, à l'éducation, à la sensibilisation et en effectuant des partenariats au national et à l'international. (Société Audubon Haïti, s. d.).
- Turks and Caicos National Trust : Organisme non gouvernemental à but non lucratif qui est dédié à la préservation du patrimoine culturel, historique et naturel des îles. (Turks and Caicos National Trust, s. d.).
- Haiti Regeneration Initiative : Programme en collaboration avec l'Earth Institute de l'Université de Colombia et l'UNEP. Les efforts se concentrent sur la planification de restaurer écologiquement quelques douzaines de bassins versants (Wheeler, 2011). En plus de la restauration, le programme inclut le développement d'infrastructure pour l'eau potable et des

installations sanitaires, et des efforts afin d'améliorer le niveau de vie de communauté haïtienne (Wheeler, 2011).

Outre les organismes, les réseaux détiennent un rôle important pour les différents programmes ou projets qui participent à la conservation, à la préservation, à la restauration, ou tous autres aspects de l'environnement :

- Birdlife International : Réseau mondial d'organisation non gouvernementale. Leur cible première est les oiseaux. (Birdlife International, 2010).
- TRAFFIC : Le nom du réseau de suivi de la faune et la flore sauvages de l'IUCN et la WWF. (Birdlife International, 2010).
- UICN : Ils ont établi un programme pour les Caraïbes. (Birdlife International, 2010).
- REZO-EKOLO : Réseau informel d'organisation de la conservation et du développement en Haïti, créé sous la direction de la Fédération des amis de la nature. Deux des 13 organisations membres se concentrent spécifiquement sur la réhabilitation environnementale et le développement communautaire. Il s'agit des fondations Seguin et Macaya qui travaillent respectivement au parc national de la Visite et au parc national Macaya. (Birdlife International, 2010).

Il y a donc une expertise et une connaissance des différentes solutions disponibles afin de contrer les problématiques rencontrées dans les îles des Caraïbes. On y retrouve aussi plusieurs parties prenantes d'impliquées. Cependant, il reste encore beaucoup de travail à faire au niveau organisationnel, de l'intégration et de l'efficience.

3 EXEMPLES DE STRATÉGIES DE GESTION DE L'EAU DOUCE RETROUVÉES DANS LE MONDE EN RÉPONSE AUX PROBLÉMATIQUES DES ÎLES DES CARAÏBES

Ce prochain chapitre se concentre sur des exemples de stratégies employées dans le monde. Celles-ci seront différentes ou complémentaires à ce qui se fait actuellement dans les Caraïbes. Dans les deux cas, il s'agit de projets adaptés pour répondre aux problématiques retrouvées dans ces îles. Ils seront d'ailleurs accompagnés d'une mise en contexte afin d'en démontrer la pertinence. Toutefois, il n'y aura pas d'étude complète de faisabilité associée à chacun des projets, puisqu'il s'agit plutôt de suggestions qui devront être approfondies en cas d'implantation.

Ce chapitre est divisé en section, dont la première qui comprend les exemples réalisés au niveau régional. Il sera question du Mexique avec le transfert de propriété, de Tokyo avec la gestion de la forêt d'un bassin versant, de Sydney avec la gestion d'un bassin versant, de l'île Viti Levu avec une approche intégrée de la gestion de certains versants de Viti Levu, de la Bolivie avec la gestion de bassin versant et du Maharashtra avec la récupération de l'eau d'un village entier. La seconde section concerne, quant à elle, les exemples qui ont débuté avec une région géographiquement plus restreinte. Il sera question de Bhubaneswar avec l'invention de filtre rudimentaire pour l'eau, la compagnie Schlumberger avec les technologies pour la réhabilitation d'aquifères, le Kenya avec le Green Belt Movement qui travaille avec les familles des villages et Masarang qui travaille sur la restauration de forêt et la réduction des causes de déforestations.

3.1 Niveau régional

Les exemples de projets compris dans la section niveau régional représentent ceux dont la vue d'ensemble d'une région était la vision initiale. Il s'agit de projets réalisés à l'échelle d'étendue géographique comprenant généralement une utilisation variée du sol. Les entités responsables de ceux-ci ont aussi un certain pouvoir législatif et d'intervention.

3.1.1 Propriété des systèmes d'irrigation, Mexique

Le Mexique n'est pas inclus dans la région des îles des Caraïbes. Celui-ci est très grand comparativement aux îles et la quantité d'eau que l'on y retrouve est supérieure. Toutefois, une partie de sa côte fait face à la mer des Caraïbes où l'on y retrouve un climat semblable. Il s'agit d'un pays en émergence où l'on retrouve encore aujourd'hui des communautés rurales rudimentaires, comme sur certaines îles. Dans les villes comme à la campagne, l'eau distribuée directement aux maisons n'est pas potable. Il y a aussi des habitations qui n'ont simplement pas l'eau courante. Ainsi, le contexte social se rapproche de celui de certaines îles.

En 1996, le Mexique a procédé au transfert des propriétés des systèmes d'irrigation (Saleth et Dinar, 1999). Les propriétés anciennement publiques ont été transférées à 386 associations d'usagers de l'eau, ce qui a entraîné une amélioration spectaculaire de la récupération des coûts, de l'entretien des ouvrages, des rendements et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Saleth et Dinar, 1999). Comme le mentionne l'article de Saleth et Dinar (1999), quoique ce changement n'ait pas résolu tous les problèmes rencontrés dans la sphère de la gestion de l'eau du Mexique, une nette amélioration a été remarquée.

Il s'agit alors d'un premier pas vers une efficacité des systèmes d'irrigation. Lorsque les utilisateurs sont responsables d'un service commun, il en découle généralement une amélioration du service. Le transfert de propriété n'a pas complètement exclu le gouvernement des décisions et, à vrai dire, la communication entre ses deux entités est à améliorer (Saleth et Dinar, 1999). Cependant, cela n'enlève pas les avantages de ce mode de gestion. Ainsi, les programmes de gestion de l'eau implantés devraient impliquer les usagers comme partie prenante dès le départ.

3.1.2 Gestion du bassin versant à Tokyo, Japon

Lorsque des municipalités protègent des forêts pour leurs ressources en eau, les raisons principales sont des questions de qualité de leur source d'eau potable. À Tokyo au Japon, par exemple, la compagnie des eaux publiques (*Metropolitan Government Bureau of Waterworks*) gère la forêt dans le cours supérieur du fleuve Tama qui représente une de leurs sources d'eau potable (Stolton et Dudley, 2007). Les objectifs de cette gestion sont : renforcer sa capacité d'alimenter la nappe phréatique, de limiter l'entrée de matière en suspension dans l'eau afin

d'éviter l'envasement des réservoirs pour accroître la fonction de purification de l'eau par la forêt (Stolton et Dudley, 2007), et de conserver le réservoir Ogouchi (lac Okutama) (Bureau of Waterworks, 2012a).

Cela fait plus de 100 ans que le *Bureau of Waterworks* du gouvernement du Japon est responsable de la gestion de la forêt pour la conservation de l'eau (Bureau of Waterworks, 2012a). La gestion se fait en accord avec le plan de conservation de la forêt et le bureau aborde deux points de vue intéressants. Le premier, étant le partage de l'ouvrage et l'importance de créer une forêt irremplaçable avec l'aide des usagers de l'eau, alors que le deuxième vise une eau sécuritaire avec un meilleur goût provenant d'une forêt riche. Il est ainsi facile de voir à quel point la conservation de cette forêt est importante ainsi que le lien direct accordé entre une eau potable de bonne qualité et les services de cette forêt. Par exemple, il ne tolère aucun dommage causé par une espèce sauvage vivant dans cette forêt. Dans les dernières années, il semble que le cerf du Japon ait considérablement endommagé la forêt. Le gouvernement a alors pris des mesures afin de limiter ces perturbations (Bureau of Waterworks, 2012a).

La présence des mesures de protection de l'eau n'élimine toutefois pas complètement les besoins de traitement de l'eau. Le *Bureau of Waterworks* possède 11 plans de purification de l'eau. En plus de filtrer l'eau, ces plans éliminent également les composés causant de mauvaises odeurs et des contaminants traces organiques (Bureau of Waterworks, 2012a). Il est donc important pour eux que l'eau soit préalablement de bonne qualité. Dans le cas contraire, vu la quantité d'eau qui transit dans ces installations (environ 6.3 millions de m³), les coûts associés à son traitement seraient très élevés. Pour assurer la bonne qualité de l'eau à la source, il y a environ 40 stations d'échantillonnage où sont effectués des suivis. Ainsi, un changement dans l'eau est vite perçu et des mesures d'intervention peuvent être prises.

Un autre aspect important constitue l'entretien du système de distribution. Tokyo est une grande ville qui utilise de grandes quantités d'eau tous les jours. Une demande aussi forte a forcément un impact sur la source principale d'eau. Cependant, comme mentionné précédemment, le gouvernement fait très attention à la source d'eau. Pour cette raison et d'autres raisons techniques, le *Bureau of Waterworks* porte une attention particulière au système de distribution

afin de minimiser autant que possible les pertes d'eau (Bureau of Waterworks, 2012a). Les responsables de l'entretien répondent très rapidement aux fuites. Il y a des détecteurs afin d'identifier lorsqu'il y a des fuites souterraines et les matériaux de la tuyauterie sont améliorés (Bureau of Waterworks, 2012a). Il y a donc plusieurs mesures mises en place afin de prévenir les pertes d'eau.

Puis, le gouvernement ne peut pas, à lui seul, endosser la responsabilité de l'utilisation de l'eau. Il convient ainsi de promouvoir une utilisation durable de cette ressource limitée et de grande valeur. Le projet de créer une ville qui préserve l'eau vise à sensibiliser les utilisateurs et les encourager à faire une utilisation raisonnable de la ressource. La *Policy to Control Water Needs* adopte une vision alignée à cet usage de l'eau. Cette législation a comme objectif l'optimisation de l'utilisation de l'eau par tous, en réduisant la consommation, en réutilisant l'eau lorsque c'est possible et en intégrant l'eau de pluie comme source d'eau (Bureau of Waterworks, 2012a). Voici quelques exemples concrets qu'a faits le gouvernement : il demande aux manufacturiers de créer des robinets, des laveuses et d'autres accessoires de l'utilisation de l'eau qui demandent le moins d'eau possible et d'en faire la promotion. Ils mettent à disposition de l'information sur leurs sites internet concernant la conservation de l'eau. Il y a des lignes téléphoniques mises à la disposition des utilisateurs en cas de questions (Bureau of Waterworks, 2012a). Concernant l'eau de pluie, il est question de l'utilisation et l'augmentation de la pénétration dans le sol de cette eau (Bureau of Waterworks, 2012a). Ces deux aspects très importants sont sollicités.

Il est donc possible de conclure que ce projet est un exemple qui comprend toutes les différentes sphères de la protection de la source à la gestion de l'utilisation et la responsabilisation de tous. Contrairement à l'exemple du Mexique, le gouvernement est responsable de ces choix. Il est primordial que le gouvernement en place soit stable et préserve au mieux la ressource pour que ce type de projet fonctionne. Il semble être le cas dans cet exemple et le gouvernement est bien impliqué dans les différentes actions en étant responsable du plan, de mettre en place les actions, de les vérifier et d'effectuer le suivi (Bureau of Waterworks, 2012b).

3.1.3 Gestion de bassin versant à Sydney, Australie

À Sydney en Australie, l'autorité responsable du bassin versant (Sydney Catchment Authority) est responsable d'un ensemble de régions qui couvrent 16 000 km² et approvisionne environ 4 millions et demi de gens (Sydney Catchment Authority, 2011). Elle gère les activités qui se déroulent sur ce territoire. Toutefois, une grande partie de ces terres est privée. Une approche flexible et de collaboration est priorisée. Cette autorité est aussi responsable des barrages, des réservoirs et de la tuyauterie utilisés dans le but de conserver et distribuer l'eau potable (Sydney Catchment Authority, 2011).

Pour ce qui est de la qualité, les responsables utilisent une approche de multibarrière, c'est-à-dire que l'on retrouve des mesures de prévention et de protection qui sont implantées tout au long du cheminement de l'eau (Stolton et Dudley, 2007; Sydney Catchment Authority, 2011). L'autorité a compris qu'un bassin versant en santé va distribuer une eau de meilleure qualité (Sydney Catchment Authority, 2011). Elle intervient donc le plus près possible de la source de contaminant afin de limiter les impacts potentiels éventuels du cheminement de l'eau.

Un suivi de la qualité de l'eau est effectué dans les réserves d'eau, dans les rivières principales et à l'intérieur du bassin versant (Sydney Catchment Authority, 2011). Ces données permettent d'établir des tendances. Les sources de contaminations identifiées sont (Sydney Catchment Authority, 2011) :

- Les grandes fermes de production animale (principalement laitière).
- Le pâturage.
- Le système de traitement des eaux usées.
- Le système de récolte des eaux usées.
- Les systèmes de gestion des eaux usées sur les sites.

- Les pluies torrentielles.

Durant les dix dernières années, l'autorité responsable du bassin versant a concentré son énergie sur la diminution de la contamination par des agents pathogènes, par les nutriments et les sédiments (Sydney Catchment Authority, 2011). Elle gère aussi environ un quart de ce territoire comme zone tampon, et ce afin d'interdire l'introduction de contaminants qui pourraient compromettre la qualité de l'eau (Stolton et Dudley, 2007).

L'exemple de Sydney nous démontre une fois de plus qu'il est essentiel de travailler de façon holistique. Bref, une gestion intégrée est la meilleure option. Contrairement au cas de Tokyo, le bassin versant n'est pas considéré comme une forêt protégée et des gens y habitent. Cependant, cela n'empêche pas de garder un portrait global du bassin versant. De plus, en collaborant avec les habitants, il est possible d'arriver à des consensus et préserver la qualité de l'eau du bassin versant. Il est certain que cela implique une flexibilité de la part de l'autorité et des investissements en temps et en argent.

3.1.4 Plan de développement durable de Viti Levu, Fidji

Le prochain exemple provient d'une île extérieure à la région des Caraïbes, soit une île dans le pacifique, l'île Viti Levu, Fidji. Elle a la chance de détenir beaucoup de ressources naturelles, mais un développement non durable et une mauvaise gestion environnementale ont détruit la majorité des forêts présentes au profit de l'exploitation forestière et de l'agriculture (Bergen, 2010). L'île est séparée en deux, l'agriculture et le tourisme sont concentrés du côté ouest où le terrain est plus sec comparativement au côté est qui abrite une forêt humide (Bergen, 2010). Le versant sud de l'île est le seul endroit où demeure une forêt vierge sur les terres basses (Bergen, 2010). La destruction des forêts comporte de nombreux impacts négatifs, telle que la menace de l'intégrité forestière, ainsi que de la ressource naturelle d'eau (Bergen, 2010). Comme il a été mentionné à plusieurs reprises, le couvert forestier à l'intérieur d'un bassin versant permet d'obtenir une eau de meilleure qualité.

Ces dernières années, Fidji ont vécu une baisse de production des cultures de cannes à sucre et une baisse de revenu du secteur touristique (Bergen, 2010). Pour contrer les pertes économiques, le gouvernement s'est tourné vers des sources de revenus diverses, dont l'exploitation forestière, les mines et une agriculture plus diversifiée (Bergen, 2010).

C'est dans ce contexte que des parties prenantes locales ont décidé de collaborer avec *Conservation International (CI)*. Ils ont alors entrepris un projet de conservation avec une approche holistique de la gestion d'une aire protégée allant des montagnes jusqu'au récif corallien à l'aide d'une gestion intégrée par bassin versant. Le but est de démontrer qu'il est possible de bâtir un développement économique sur une base de conservation écologique (Bergen, 2010). Avec l'aide de différents partenaires, *CI* a établi une aire protégée de 20 000 hectares sur le versant sud, le bassin Sovi. Bergen, 2010. Cet endroit appartenant à la communauté indigène, *CI* loue le terrain ce qui procure un revenu à la communauté qui ne peut plus couper d'arbres. Toutefois, la communauté garde son droit de continuer leurs pratiques ancestrales de subsistance comme la pêche et la récolte de nourriture (Bergen, 2010). Le résultat final du projet a été encourageant, à un tel point que, *CI* et ses collaborateurs ont l'intention de répliquer le type de projet du côté nord de Viti Levu (Bergen, 2010).

Cet exemple pour des pays en développement est très important. Il démontre comment il est possible d'effectuer un développement économique sans pour autant détruire les écosystèmes en place et nuire aux réserves d'eau. Il n'est pas possible de répliquer exactement ce type de projet dans un nouveau territoire, les réalités ne sont pas identiques. Cependant, ce type de projet peut servir d'inspiration aux nouveaux développeurs.

3.1.5 Plan de gestion de l'eau à Cobija, Bolivie

Le prochain projet s'intitule *On Tap in Bolivia*, ce qui signifie retour à l'eau du robinet en Bolivie. Ce projet est orchestré par *Conservation International (CI)* en partenariat avec la ville de Cobija, en Bolivie (Morgan, 2012).

L'organisme *CI* travaille sur des projets concernant l'eau douce, comme le *Freshwater Initiative* (Morgan, 2012). Il vise principalement les sources d'eau qui sont utilisées à des fins essentielles telles que la consommation, la cuisson et la douche. La gestionnaire de *CI Freshwater Initiative* mentionne qu'il est grand temps de prendre soin de notre santé et celle de la planète en utilisant des approches plus holistiques pour la conservation et le développement des régions (Morgan, 2012). La gestion intégrée est donc un aspect très important dans leur projet.

C'est dans ce but qu'en 2005, la ville de Cobija a demandé l'aide de *CI* pour prévoir un plan de gestion de son système d'eau douce (Morgan, 2012). Cette ville était à ce moment en pleine expansion. Le gouvernement était donc concerné par l'approvisionnement en eau potable pour ces citoyens et particulièrement par les nombreux nouveaux arrivants (Morgan, 2012).

Avant tout, il est important de savoir que l'eau potable distribuée aux résidences n'était pas constante. En fait, la ville en question recevait de l'eau trois fois par semaine seulement deux heures à la fois (Morgan, 2012). La description de la tuyauterie suggère que l'entretien est négligé et qu'une partie des eaux traitées fuient et ne parviennent alors pas aux citoyens (Morgan, 2012). De plus, une rivière se trouve non loin du village, mais la qualité de son eau n'est pas garantie. Il semble y avoir une contamination diffuse qui survient lors des périodes de pluies (Morgan, 2012). Les gens tombent malades à la suite de la consommation de l'eau de cette rivière si elle n'est pas portée à ébullition (Morgan, 2012). Les habitants dépensent alors d'importantes sommes d'argent pour du gaz ou sinon pour de l'eau embouteillée.

CI a donc procédé à des études afin de connaître la situation de la quantité d'eau disponible dans la région. Trois études ont conclu que le bassin versant possède suffisamment d'eau pour subvenir aux besoins de cette ville grandissante (Morgan, 2012). Malheureusement, la majorité de cette eau ne rejoint pas la population en raison d'un mauvais système de distribution. Plus de la moitié de l'eau sortant du plan de traitement se perd dans des fuites (Morgan, 2012).

Suite à ces études, *CI* est arrivé à produire un plan de gestion de l'eau douce pour Cobija. Les buts du plan sont (Morgan, 2012) :

- La protection des forêts et des rivières.
- Gestion de l'utilisation des terres.
- Améliorer le traitement des eaux usées et des eaux pour la consommation.
- Assurer un traitement des déchets solides.
- Création de législation en pro-environnement.
- Développer des systèmes de récolte d'informations, d'éducation et de suivi.

Par la suite, *CI* a participé à la création du comité qui sera responsable de la gestion du bassin versant (Morgan, 2012). Le maire de la ville fait partie de l'équipe, ce qui assure un suivi des décisions prises par le comité (Morgan, 2012). La création du comité est une étape très importante dans ce projet. Sans le comité pour mettre en exécution les recommandations du rapport, l'étude réalisée serait peu utile. De plus, puisque le comité semble s'être approprié le plan, ils vont être plus enclins à le suivre (Morgan, 2012). Au final, *CI* a même aidé le comité à faire une levée de fond, afin de ramasser de l'argent pour mettre en place les mesures proposées par le plan d'action (Morgan, 2012).

On peut donc voir que malgré que *CI* ait été approché afin d'assurer que la ville de Cobija puisse subvenir aux besoins en eau de la population grandissante, l'organisme s'est chargé de monter un plan d'action de la gestion intégrée des eaux. Dans le plan d'action, l'aspect protection de l'environnement est inclus, ainsi que l'utilisation des terres, la gestion des déchets et des programmes d'éducation. Il s'agit donc de gérer l'eau d'un point de vue global, de sa qualité en nature, en passant par son utilisation, jusqu'à son traitement. De plus, la mise sur pied d'un comité apporte un volet très important d'autonomie de la part de la ville de Cobija. Éventuellement, *CI* pourra se retirer de la région sans pour autant que la continuité du projet cesse. Il s'agit ici d'une leçon très importante pour les organismes qui ne sont que de passage dans une région.

3.1.6 Récupération de l'eau douce à Maharashtra, Inde

Le prochain projet prend place à Maharashtra, en Inde. Dans cette région, l'eau est une ressource rare puisque les pluies ne sont pas stables et régulières (Narain, 2013). Cette ressource est donc peu fiable. Toutefois, il n'en reste pas moins que plus de 85 % des cultures dépendent des pluies, directement avec l'eau qui tombe sur les terres, ou indirectement par la recharge des aquifères souterrains. L'eau de pluie se trouve aussi à être la source d'eau douce pour la consommation, les besoins domestiques et pour le bétail (Narain, 2013).

Précédemment, la ville avait tenté différentes solutions afin de stabiliser la ressource. Les citoyens avaient créé des réservoirs d'eau et tentaient d'autres techniques afin de retenir l'eau de pluie. Cette eau allait subvenir aux besoins durant les périodes sèches (Narain, 2013). Ils ont, par exemple, construit un barrage, afin de retenir l'eau de pluie. Cependant, aucune des options utilisées n'est arrivée à régler le problème. Avec le manque d'eau et la forêt de la région détruite, les habitants ont donc commencé à migrer hors de leur village (Narain, 2013). Cela représentait la meilleure solution pour se sortir de la pauvreté.

Puis, aujourd'hui la forêt est revenue et les plaines sont vertes (Narain, 2013). Comment cela est-il possible? Tout a débuté en 1990 avec Popat Rao Pawar devenu le leader du village (Narain, 2013). Cependant, la transformation a vu le jour très lentement, puisque les premières tentatives de reboisement n'ont pas eu de succès. Les gens du village ne connaissaient pas l'importance de conserver la forêt et de préserver l'eau (Narain, 2013). Puis, le gouvernement a commencé à implanter un programme de réforme pour les villages.

Les principes de base étaient (Narain, 2013) :

- Arrêter la coupe des arbres.
- Arrêter le libre pâturage.
- Avoir des plans familiaux.

- Les habitants devront être des ouvriers du développement.

Le nouveau leader a enclenché la réforme dans son village (Narain, 2013). Une fois de plus, le reboisement a été entrepris. Puis il a été question de creuser des tranchées et des remblais au pourtour de la région reboisée afin de retenir un maximum d'eau de façon passive (Narain, 2013). Par la suite, ce fut la construction de petits barrages en terre et le creusage de réservoirs pour le village (Narain, 2013). Les gens ont également investi afin de niveler leur terrain et de diminuer le ruissellement (Narain, 2013). Beaucoup d'actions visant cette transformation ont été mises en branle, et ont obtenu des résultats positifs.

Les résultats obtenus comprenaient notamment (Narain, 2013) :

- Le retour du gazon. Ce changement a été l'un des premiers et il a eu pour effet d'offrir plus de nourriture aux vaches qui ont produit un meilleur lait.
- Le retour de l'eau. De nouveaux puits ont alors été construits.

Les habitants ont cependant vite perdu de vue l'importance de la conservation de l'eau (Narain, 2013). Comme ils ne vivaient plus une sécheresse intense, la ressource ne semblait plus aussi précieuse. Son utilisation était devenue abusive étant donné les circonstances et l'impact se répandait dans tout le village. Afin de sensibiliser les gens à l'importance de l'utilisation de l'eau, le village a rapidement commencé un suivi du niveau d'eau des puits (Narain, 2013). Pour se faire, des affiliations ont été établies avec des agences des eaux souterraines (Narain, 2013). Le but était d'associer les différentes cultures de légumes et les variations dans le niveau de l'eau des puits. Ces informations ont mené à une prise de conscience des habitants sur l'importance des besoins en eau des différentes cultures pratiquées (Narain, 2013). Les villageois ont pris la décision de respecter une certaine rotation des cultures. Ainsi, durant les saisons plus sèches, les cultures qui ont des besoins en eau plus importants ne sont pas permises (Narain, 2013). Malgré les faibles quantités de pluie que le village reçoit, ils ont des revenus beaucoup plus certains et une meilleure qualité de vie (Narain, 2013). La forêt est de retour et le village a reverdi.

Cet exemple est très important quant aux contraintes qu'il a rencontrées. Il est vrai que si un projet de reforestation fonctionne et que le niveau de l'eau augmente, certains seront tentés d'abuser de la ressource. Si c'est le cas, la solution ne perdurera pas et la vulnérabilité face à la sécheresse reviendra. Dans de tels projets, il est alors pertinent d'inclure un volet d'éducation, et ce afin d'apprendre aux gens de quelle manière le niveau de l'eau varie. Il n'est pas toujours évident de réaliser les effets d'une utilisation si l'on ne voit pas directement les impacts. Dans ce cas-ci, le suivi du niveau des puits a permis de montrer l'interaction directe entre les cultures et le niveau de l'eau communs. Une fois que la connaissance était présente, ils ont pris la décision de gérer leur culture selon la ressource disponible.

3.2 Action locale

La section action locale ne signifie pas que les projets présentés sont d'une importance moindre que ceux de la section précédente. Il s'agit simplement de projets qui peuvent s'appliquer à de plus petites régions. Les projets peuvent se faire à l'échelle de petite communauté, pour un site précis, pour une forêt, etc. Cela n'empêche pas ce type de projet de prendre de l'ampleur, et d'éventuellement englober un bassin versant complet ou l'étendue d'une grande forêt.

3.2.1 Technologie de filtration de l'eau à Bhubaneswar, Inde

La rareté d'une eau de bonne qualité à un niveau local n'est pas exclusive aux îles des Caraïbes. Ainsi, certains pays étrangers ont développé des technologies les aidants à contrer ce manque. Ces technologies pourraient facilement être utilisées dans les îles des Caraïbes, soit en important les produits ou en encourageant le développement de techniques semblables. Dans le chapitre précédent, MINUSTAH a développé un prototype de filtration de l'eau dans un système plus ou moins élaboré. À Bhubaneswar, ils ont développé un instrument appelé le filtre Terafil (CIPET, 2012). Celui-ci permet de filtrer une eau chargée en sédiment et micro-organisme afin d'atteindre une eau potable (CIPET, 2012). Il est indiqué que le filtre permet d'éliminer certains pathogènes responsables des maladies qui émanent de la consommation de l'eau (CIPET, 2012). Cet appareil est particulièrement adapté à des régions où l'eau de puits, d'étang et de rivière est consommée comme eau potable. La capacité totale du filtre est de 30 litres avec une vitesse de filtration de 1 à

4 litre/heure (CIPET, 2012).. Il n'est donc pas question d'opter pour ce type d'invention afin de fournir une ville complète. Toutefois, pour les habitants des villages où l'eau de surface présente est en quantité suffisante alors que la qualité est problématique, il s'agit d'une solution à considérer. De plus, à la suite de catastrophes naturelles, lorsque l'eau se retrouve abondamment chargée en particules et est contaminée, ce type de filtration qui ne nécessite aucune énergie extérieure s'avèrerait très utile.

3.2.2 L'utilisation des aquifères souterrains aux Émirats arabes unis

Un différent type d'outils est celui qui aide à la prise de décision et qui ne sert pas pour une utilisation directe. La compagnie Schlumberger se spécialise dans les technologies avancées dans la gestion de l'eau. Plus particulièrement, il travaille à situer des puits afin de maximiser le rendement de l'insertion et la récupération d'eau dans des aquifères souterrains (ASR) (Maliva et Missimer, 2010; Schlumberger Limited, 2013).

Il ne s'agit pas de l'utilisation de nouvelle source d'eau, mais bel et bien, de la rétention d'un surplus. Pour se faire, il est nécessaire d'avoir une période où l'eau est en surabondance, par exemple la saison des pluies. Puis, il y a deux scénarios possibles : dans un premier cas, l'eau est insérée et est récupérée à partir du même puits; dans un second, l'eau est récupérée dans des puits en aval (Maliva et Missimer, 2010). Toutefois, avant d'entreprendre ce type de pratique, il est indiqué qu'il est nécessaire d'avoir des études sur 5 à 10 ans au préalable (Maliva et Missimer, 2010). Ces études servent à évaluer les surplus, les sources restreintes et la demande, puisqu'il est indispensable d'évaluer si ces surplus reçus durant la saison des pluies représentent une quantité assez importante pour investir dans une telle solution (Maliva et Missimer, 2010).

Des études sur l'aquifère qui servira de réceptacle sont aussi importantes. Ce type de pratique ne peut pas se faire à l'aveuglette. Un système de suivis du niveau de l'eau est impératif. Il est aussi important de connaître les propriétés et les formes des aquifères, car elles varient. Les aquifères ont des zones de hautes et faibles transmissions qui reçoivent plus ou moins d'eau (Maliva et Missimer, 2010). Si l'eau déjà présente est salée et qu'il continue d'y avoir une intrusion, l'eau

injectée perdra rapidement son niveau de qualité (Maliva et Missimer, 2010). Ces propriétés peuvent influencer le rendement d'une ASR.

Plusieurs avantages sont associés aux aquifères comme réservoir d'eau. Ils offrent un espace comme réservoir d'eau qui est moins coûteux que la construction d'installations de rétention au-dessus du sol (Maliva et Missimer, 2010). Leur caractéristique fermée évite la transpiration des systèmes de surfaces habituels, puisque dans les climats chauds, comme les Caraïbes, ce détail est très important (Maliva et Missimer, 2010). De plus, comme ils sont souterrains, ils ne dérangent pas le paysage et l'eau qui s'y trouve est moins susceptible d'être contaminée par les activités de la surface (Maliva et Missimer, 2010). De plus, si l'eau est récupérée dans un puits en aval, elle aura parcouru une certaine distance, subira un filtre naturel et sera, ainsi, de meilleure qualité (Maliva et Missimer, 2010).

Toutefois, cette pratique détient aussi des inconvénients. Elle est utilisée afin de retenir de l'eau douce durant la saison d'abondance et aucune autre technologie ne peut présentement offrir une capacité de rétention aussi importante pour le même coût (Maliva et Missimer, 2010). Cependant, ce n'est pas sans failles. Il y a une incertitude relativement grande concernant le rendement d'un ASR. Il est primordial que l'injection d'eau douce dans l'aquifère élève le niveau d'eau de celle-ci. En-cas contraire, une fuite du système rend inefficace la pratique (Maliva et Missimer, 2010). Il est cependant important de réaliser qu'il est impossible de récupérer 100 % de l'eau injectée (Maliva et Missimer, 2010). Toutefois, si l'eau récupérée satisfait les besoins durant la période sèche, et ce, à un coût moindre qu'une autre solution, c'est donc une option potentiellement bonne. Il s'agit alors d'une solution à envisager. Ainsi, en plus de chercher à récupérer la majeure partie de l'eau injectée, celle-ci se doit d'être d'une qualité suffisante pour son usage. Dans les projets déjà réalisés, plusieurs cas de niveau d'arsenic élevé sont survenus ces dernières années. Il est très important de faire attention à la qualité de l'eau injectée. Une solution est de délimiter les zones utilisées pour ASR où l'eau n'est pas puisée pour la consommation (Missimer, 2004). Cette solution est appropriée si la problématique de départ n'est pas l'eau potable. Finalement, l'usage des aquifères souterrains pour stocker l'eau et la récupérer ensuite n'est pas une solution miracle, car ce n'est pas une pratique qui n'est pas possible partout et l'entretien n'est pas rudimentaire (Maliva et Missimer, 2010).

Voici un exemple où ce type de pratique a été utilisé avec succès. Le climat aride de la région des Émirats arabes unis (EAU) représente un défi au niveau de la subvention aux besoins en eau des ménages, des industries et de l'agriculture (Schlumberger, 2007). La région comprend un niveau très bas de sources d'eau renouvelables dues au faible taux de précipitation, au fort taux d'évaporation, aucune source d'eau de surface fiable et une consommation par habitant élevée (Schlumberger, 2007). Ces facteurs combinés font d'EAU un pays ayant une déficience en eau, comme plusieurs des îles. Le contexte démographique et économique de la région a créé un besoin rapide pour une solution. La rétention d'eau à l'intérieur de bassins de surface avait été envisagée, mais à cause du coût élevé de la fabrication et les risques possibles à l'environnement, l'idée a été rejetée (Schlumberger, 2007). ASR a donc été considéré comme une solution, puisqu'il s'avère relativement moins coûteux et peut permettre la rétention d'une grande quantité d'eau (Schlumberger, 2007). Des études ont été effectuées afin de vérifier la faisabilité d'un ASR. Les résultats sont revenus concluants. Le gouvernement d'Abu Dhabi a donc procédé avec ce type de rétention de l'eau. Au final, l'ASR était viable avec un coût convenable, un rendement de 88 % et une capacité de rétention de quatre milliards de gallons (Schlumberger, 2007).

On peut en conclure qu'il ne s'agit pas d'une solution simple, mais lorsqu'il est question de retenir une grande quantité d'eau, cet exemple nous démontre son efficacité. Un aquifère de quatre milliards de gallons d'eau est possiblement exagéré dans le contexte des îles. Cependant, à plus petite échelle ce type de projet pourrait être intéressant, particulièrement pour les îles qui ont des aquifères souterrains qui se vident et une demande touristique pour les beaux paysages.

3.2.3 Reforestation au Kenya

Le prochain projet se fait sur de grandes échelles, mais contrairement aux projets précédents, ce n'est pas un projet de gestion. Il a été initié par la communauté elle-même et se fait au niveau des familles (The Green belt movement, 2013). Il s'agit du *Green Belt Movement (GBM)*, ou le mouvement pour une ceinture verte (Cox, 2012). *GBM* travaille avec les communautés rurales pour répondre à leurs besoins essentiels tels que l'eau, le sol fertile et la santé des écosystèmes (The Green Belt Movement, 2013). Il a débuté par la plantation d'arbres par les femmes dans de petits villages au Kenya. Planter des arbres sur les terrains publics et les flancs de montagne aide à

diminuer l'érosion, à capturer l'eau de pluie et aide les communautés à augmenter leur résilience face aux changements climatiques (The Green Belt Movement, 2013). Les responsables ont ensuite débuté à encourager et à éduquer les gens sur des jardins d'aliments, la production d'aliments hauts en nutrition, ainsi que des techniques de compostage (The Green Belt Movement, 2013). Une citation du mentor de *GBM*, la professeure Wangari Maathai, « Si vous détruisez les forêts, alors les rivières cesseront de couler, la pluie deviendra irrégulière, les cultures vont faillir et vous mourrez de faim! » (The Green Belt Movement, 2013).

Ce projet a pris énormément d'expansion avec les années et il a surtout acquis beaucoup d'expérience sur le terrain. Après de nombreuses années d'observation, le *GBM* a pu voir l'impact de la plantation ou la coupe d'arbre au niveau des flux hydriques sur plusieurs centaines de kilomètres dans un climat et une géographie comme celle du Kenya (Cox, 2012). Ces constatations ont dirigé les responsables de *GBM* à travailler à partir des délimitations des bassins versants plutôt qu'au moyen des frontières politiques. Les bassins versants sont référés comme étant des tours d'eau, des montagnes aux couverts forestiers qui retiennent les eaux de pluie et approvisionnent des millions de kenyans (Cox, 2012). Le député et directeur général mentionne qu'une approche par bassin versant permet de mieux identifier les zones à risques qui doivent être conservées afin de préserver les services écologiques rendus par les forêts et rivières (Cox, 2012). Le succès des projets qui ont utilisé cette approche a encouragé *GBM* à indiquer clairement que les projets vont maintenant se faire au niveau des bassins versants.

Par exemple, la rivière Tana est la source d'eau d'un réservoir qui dessert la capitale de Nairobi. Cependant, ce réservoir est actuellement moins performant à cause de l'agriculture et de l'exploitation forestière sur le territoire (Cox, 2012). Ce type de projet est la cible de *GBM* (Cox, 2012). À présent, plus de 2000 femmes de la région ont établi des « nursing ground » pour les arbres. Ces pouponnières produisent environ 1,5 million d'arbres par saison (Cox, 2012). La plantation d'arbres dans les montagnes de ce bassin versant a permis le retour de source asséchée, un apport en nourriture, des revenus et une éducation écosystémique pour les habitants de la région.

Des projets comme celui-ci procurent de l'information pour tous. Si une organisation comme *GBM* est capable de démontrer clairement les avantages de travailler au niveau de bassins versants, les projets ayant lieu dans d'autres pays, comme dans les îles, n'ont aucune raison de ne pas utiliser le même principe. De plus, il semblerait que cette approche permet aussi de réduire la sévérité des conflits entre usagers, puisque ce type de délimitation est plus aisément intégrable pour les communautés (Cox, 2012). Il ne s'agit pas d'une délimitation imposée par l'homme, mais une dessinée par la nature elle-même. Travailler à l'échelle de bassin versant permet en plus aux parties prenantes d'identifier clairement les actions et les ressources nécessaires et identifier où la plantation d'arbres sera la plus bénéfique pour la région (Cox, 2012; The Green Belt Movement, 2013).

3.2.4 Reforestation à Bornéo, Malaisie

Les trois prochains exemples ont tous été implantés par la fondation Masarang. Ils font partie de la catégorie d'action locale parce qu'ils ne sont pas des exemples de gestion entrepris par des entités gouvernementales qui détiennent une influence sur plusieurs secteurs à la fois. De plus, ces projets peuvent débiter à une échelle de petite communauté.

Willie Smith est le fondateur de la fondation Masarang. Celle-ci travaille à la réhabilitation de forêt tropicale en Malaisie et plus particulièrement la région de Borneo (Masarang Foundation, s. d.a). La fondation croit que la reforestation permet de diminuer la pauvreté, de sauvegarder les espèces animales et végétales en danger et rend disponible de l'eau de bonne qualité (Masarang foundation, s. d.c). Pour se faire, il a développé une technique adaptée à cette région qui permet de recréer une forêt à partir d'un terrain vague relativement rapidement (Masarang foundation, s. d.b). De plus, il ne se limite pas à la reforestation de la région afin de retrouver un écosystème forestier quelconque, mais il accorde une importance particulière à la productivité de la future forêt au niveau écologique et social (Masarang foundation, s. d.b).

Un des exemples de la fondation Masarang, fait appel à un type de forêt que l'on retrouve sur certaines îles, par exemple en Haïti. Il s'agit d'une montagne anciennement recouverte d'une forêt de nuage (Masarang foundation, s. d.c). Toutefois, celle-ci a été détruite au profit de l'agriculture et

de l'exploitation forestière. La fondation Masarang a donc acheté cette terre afin d'y implanter un projet de reforestation (Masarang foudation, s. d.c).

Les buts du projet étaient (Masarang foudation, s. d.c) :

- Une reforestation multispécifique pour y créer une forêt diversifiée et productive pour les communautés locales.
- La mise en place d'un plan de gestion durable de la forêt, et ce afin que les bénéfices obtenus par la reforestation se perpétuent dans le temps.
- L'établissement d'un arboretum où des espèces en danger sont reproduites et où la culture d'arbre pour leur semence est pratiquée.
- La reforestation de tête de bassin versant pour obtenir une eau de meilleure qualité et éviter que ne s'assèchent les cours d'eau.

Plusieurs points importants ont encouragé le développement de ce projet. Il convient de mentionner que la reforestation de ces hautes montagnes joue un rôle primordial pour garder les sources d'eau stable et un climat local avec suffisamment de pluie et de refroidissement (Masarang foudation, s. d. – Montain). Il est aussi important de spécifier qu'il s'agit de forêt de nuage et qu'il existe donc un phénomène de rétroaction avec les arbres et les nuages. La présence d'arbres encourage la formation des nuages et l'humidité apportée par les nuages permet le développement de la forêt.

Les résultats obtenus incluent (Masarang foudation, s. d. – Montain) :

- Une rivière qui avait disparu depuis une cinquantaine d'années a recommencé à couler de façon continue.

- Sept rivières qui s'étaient asséchées autour de la montagne Masarang ont recommencé à couler et sont stables. Certaines de ses rivières sont même utilisées comme source d'eau potable.
- Les inondations qui se produisaient à occurrence de trois fois par année ont cessé grâce à l'effet tampon que fournit la forêt.
- La forêt va maintenant pouvoir fournir du bois de façon durable.
- Cette reforestation a créé des emplois pour les communautés locales.
- Les fermes en aval de la montagne reçoivent maintenant plus d'eau et les fermes de riz arrivent à produire une récolte supplémentaire. Cela équivaut à ¼ de millions de kilos de riz.
- La forêt sert de terrains de pratique pour la recherche.
- Elle sert aussi de refuge à un bon nombre d'animaux certains migrateurs et d'autre pas.
- La reforestation permet une absorption de CO2 estimée à 5 000 t/an.

Dans le cadre de ce projet, environ 1 million d'arbres ont été plantés (Masarang foudation, s. d.c). Il est évident qu'il s'agit d'un projet de grande envergure. Les résultats obtenus sont tous aussi impressionnants. Le succès de ce projet doit servir de motivation pour ceux futurs. Il est remarquable de voir l'importance qu'avait cette forêt sur la ressource en eau. On retrouve le même type de forêt en Haïti, un pays où la déforestation est très importante, suite aux résultats démontrés par Masarang foundation, il n'est pas surprenant que certaines rivières s'assèchent.

3.2.5 Rôle du palmier à sucre à Bornéo, Malaisie

Le second projet de la fondation Masarang qui est présenté met l'accent sur : comment entreprendre ou envisager la reforestation? Le choix des espèces planté est crucial. Dans les forêts qui ne sont pas de nuages, l'arbre de prédilection de la fondation est le palmier de sucre. Cependant, il plante aussi des arbres fruitiers, des bambous, des arbres à café, soit toutes des espèces avec une particularité avantageuse pour les populations (Masarang foundation, s. d.b). M. Smith est maintenant un expert dans les cultures de palmier à sucre et ceux-ci prennent un rôle central dans ses projets (Masarang foundation, s. d.b). Le palmier à sucre est l'espèce clé dans les forêts de M. Smith pour diverses raisons.

Premièrement, le palmier de sucre possède des caractéristiques physiologiques adaptées à la situation. Cette espèce arrive à pousser sur des sols appauvris et des pentes abruptes (Masarang foundation, s. d.b). Puisque la reforestation à laquelle participe la fondation est principalement en montagne et qu'il s'agit de milieu dégradé, ces caractéristiques sont très pertinentes. Le palmier de sucres possède des racines profondes ce qui lui confère la capacité de bien retenir le sol. Cette particularité est avantageuse dans un paysage accidenté lorsqu'on veut rebâtir un sol fertile. De plus, il est résistant au feu et aux inondations; des catastrophes naturelles possibles dans cette région. D'autre part, ces palmiers poussent mieux dans des forêts multistratifiées et multispécifiques, il n'est donc pas question de diriger ce type de culture vers de grandes monocultures destructrices.

Deuxièmement, il s'agit d'une espèce versatile au niveau des utilisations possibles. Après seulement quelques années suite à sa plantation, cet arbre peut donner des quantités importantes de sève sucrée (Masarang foundation, s. d.b). Ce liquide peut être transformé en une grande variété de produits différents, passant du combustible, au sucre, au plastique (Masarang foundation, s. d.b). Sans oublier qu'une fois le cycle de vie de cet arbre terminé, il peut être coupé et utilisé comme matériel de construction (Masarang foundation, s. d.b). Il convient de mentionner que ces arbres possèdent aussi des propriétés médicinales (Masarang foundation, s. d.b).

Finalement, les opportunités de travaux qu'offre la récolte de sève de ce palmier représentent un revenu avantageux pour les fermiers de la région. Ainsi, un mouvement des fermiers ayant opté pour ce type de récolte s'est mis en marche. Un autre avantage est que cette nouvelle pratique décourage aussi la coupe illégale.

Il est impossible qu'une reforestation complète de ce genre réussisse uniquement dans cette région. L'expertise acquise par ce type de projet doit servir au nouveau promoteur. Il ne s'agit pas de reprendre avec exactitude le projet, mais de l'utiliser comme base serait très intéressant.

3.2.6 Projet connexe à la reforestation à Bornéo, Malaisie

Ce dernier exemple de la fondation est une application locale de connaissance globale. Les bienfaits de la reforestation sont annulés lorsque celle-ci est exploitée parallèlement à sa réhabilitation et une majeure partie de la déforestation se fait au profit de l'expansion des terres agricoles. Il est donc important de traiter les causes de la déforestation, par exemple de meilleures pratiques agricoles diminuerait la pression subite par la forêt. C'est le but de cet exemple qui s'appelle *GIS-Mapalus*, un projet qui se concentre sur les pratiques agricoles (Masarang foundation, s. d. a.) Le projet dont il est question est divisé en deux parties, la première concerne le positionnement géographique (SIG) et la deuxième est à propos de l'entraide et d'une ancienne manière de cultiver les terres dans cette région (Masarang foundation, s. d.a).

Les buts de ce projet étaient (Masarang foundation, s. d.a) :

- Permettre d'assurer une production optimale en cultivant la bonne espèce sur le bon sol. Cela aboutit en des besoins moins importants d'entretiens et d'utilisation de pesticides.
- Mélanger les espèces, ce qui permet un meilleur usage de l'espace et des nutriments essentiels, sans pour autant appauvrir le sol. La rotation permet de constamment avoir une grande variété de fruits et légumes disponible pour la population.
- La coordination et l'entraide mènent à un rendement économique final supérieur.

- Le projet va aussi permettre d'examiner l'impact d'une agriculture durable et de la plantation de nouvelles forêts sur le territoire, sur l'environnement et les populations.

Pour se faire, la première étape est donc de récolter des coordonnées géographiques des terres agricoles présentes dans l'air d'étude. Des informations sont ensuite amassées à propos de ces coordonnées, telles que le type de sol et le climat. Ces informations permettent de créer une carte, à plusieurs couches, des caractéristiques de la région. Par la suite, des sondages sont réalisés auprès des fermiers afin de connaître qui cultive quelle parcelle et quand, le rendement de celle-ci et les contraintes rencontrées. Toutes ces informations vont permettre de situer géographiquement le contexte où les cultures sont les plus productives afin d'ultimement faire prospérer les agriculteurs. (Masarang foundation, s. d.a).

Le second volet concerne l'entraide et la communauté. Traditionnellement, les cultivateurs de cette région participaient au *Mapalus*, un terme qui signifie le faire ensemble, c'est-à-dire que les fermiers cultivaient les terres ensemble. Ils se divisaient les différentes variétés de fruits et légumes, puis s'entraidaient à les faire pousser. Une journée il travaillait chez l'un, puis le jour suivant chez un autre agriculteur, et ce à tour de rôle pour chaque plantation. Cette méthode développe la solidarité au sein de ces gens en plus de se partager les responsabilités et d'avoir un rendement de productivité supérieur. Le projet *GIS Mapalus* reprend ces valeurs. Il cherche à recréer ce système et l'améliorer grâce aux technologies contemporaines. (Masarang foundation, s. d.a).

4 LA GESTION INTÉGRÉE DE LA RESSOURCE EN EAU

Cette section portera sur l'importance de la gestion intégrée de la ressource en eau, ainsi que sur le rôle de cette gestion dans la situation des îles des Caraïbes. Par la suite, cette section proposera des recommandations qui visent à améliorer l'utilisation de l'eau, diminuer les effets négatifs d'une surexploitation de l'eau et diminuer la contamination de l'eau potable.

Les problématiques ressenties aujourd'hui dans la région des Caraïbes, comme ailleurs dans le monde, ne découlent pas d'une relation étroite et exclusive avec la ressource en eau et son utilisation. Elles proviennent plutôt de toutes activités qui ont lieu à l'intérieur d'un bassin versant. La problématique relative à la qualité et/ou la quantité d'eau disponible résultent d'une gestion abusive de l'environnement à l'intérieur du bassin versant.

Par ailleurs, l'un des objectifs du millénaire pour le développement des Nations Unies est de réduire de moitié, d'ici 2015, le pourcentage de personnes sans approvisionnement en eau potable de qualité, et qui n'ont aucun accès aux services d'assainissement de base (FAO, 2007). Pour concrétiser cet objectif ambitieux, la FAO suggère une panoplie d'initiatives (FAO, 2007). Ces initiatives n'impliquent pas exclusivement une action directe sur la ressource en eau, elles comprennent également la capacité de protéger les forêts et d'assurer leur bonne gestion (FAO, 2007). Comme mentionnées précédemment, les forêts contribuent à la fourniture d'eau de bonne qualité à bon marché. Cette reconnaissance devient de plus en plus urgente, car d'après UCC-Water (2010), environ 60 % des services rendus par les écosystèmes du monde sont actuellement en voie de dégradation.

C'est dans cette optique qu'une gestion améliorée de la ressource en eau sera présentée. L'approche de la gestion intégrée de la ressource en eau ne touche pas exclusivement la gestion directe de l'eau, puisque cette gestion implique une diversité de parties prenantes qui en partagent la responsabilité. Les recommandations proposées ultérieurement s'adresseront ainsi aux divers niveaux d'implications variables des parties prenantes.

4.1 Une gestion améliorée de la ressource en eau

La présente section présentera précisément le concept de gestion intégrée de la ressource en eau, une approche de plus en plus appuyée par les écrits empiriques qui représentent l'avenir de gestion de l'eau. Le principe à l'origine du concept demeure relativement élémentaire. Néanmoins, son application constitue un défi de taille puisque de nombreux obstacles imposants, mais surmontables, rendent la concrétisation d'une gestion intégrée complexe.

4.1.1 Le principe de la gestion intégrée de la ressource en eau

La gestion intégrée de la ressource en eau (GIRE) s'est développée suite à la constatation que les gens négligent la ressource en eau dans les projets de développement, même s'ils savent que l'eau est cruciale à la vie (Toolbox, 2008). Pourtant, l'eau est une ressource fondamentale nécessaire pour la survie des êtres humains, pour la production de denrées alimentaires, pour la survie de la nature, et bien d'autres usages. L'eau fait partie intégrante des écosystèmes, c'est une ressource naturelle ainsi qu'un bien économique et social (UCC-Water (2010). Les différents facteurs qui affectent l'eau sont en majorité guidés par le développement socio-économique (UNESCO, 2009). Afin que des solutions durables et efficaces soient mises en places, il est nécessaire que les entités responsables optent pour un nouveau paradigme de gestion.

Actuellement, la sévérité des mesures de la gestion de l'eau se base sur sa rareté en quantité ou qualité (UNESCO, 2009). Les régions qui détiennent de l'eau de bonne qualité, en quantité suffisante se préoccupent peu de la ressource et lui accordent une valeur moindre. Cependant, lorsque celle-ci commence à diminuer, il y a une compétition entre les différents utilisateurs et sa valeur augmente (UNESCO, 2009). Les gestionnaires devraient s'assurer que l'utilisation de l'eau soit toujours faite au meilleur de son rendement, afin que cette ressource de valeur ne soit pas gaspillée. Effectivement la prévention est de mise pour une ressource aussi indispensable que l'eau.

L'approche traditionnelle utilise purement une méthode de gestion *top-down* sur la ressource (Toolbox, 2008). Celle-ci est aussi sectorielle, relativement simple et politiquement facile à gérer (Toolbox, 2008). Cependant, la gestion dirigée par la demande n'est pas viable pour l'eau. Les

quantités d'eau et sa qualité devraient régir son utilisation et non l'inverse (UCC-Water (2010)). Le coût imposé à la société et à l'environnement afin de maintenir ou d'obtenir un niveau de vie sociale et économique élevé, en plus des besoins écologiques, est trop important (Toolbox, 2008). En fait, le statu quo sur la gestion actuelle ou la gestion traditionnelle n'est pas durable d'un point de vue environnemental, ni même social ou économique (Toolbox, 2008). Les problèmes qui surviennent actuellement vont seulement s'aggraver avec le temps. Un changement s'impose.

C'est ici que la gestion intégrée de la ressource en eau, comme définie par le *Global Water Forum*, fait son entrée. La base de la gestion intégrée repose sur l'acceptation du fait que les divers usages de l'eau sont interdépendants, et sont ainsi à considérer ensemble. (UNESCO, 2009). En fait, la GIRE tente de coordonner le développement et la gestion de l'eau, la terre et les ressources associées de manière à maximiser les extrants économiques et sociaux de façon équitable, sans compromettre l'intégrité des écosystèmes et particulièrement les régimes hydriques (Toolbox, 2008; UNESCO, 2009). Elle inclut aussi la coordination des différents secteurs à différentes échelles (National, municipal, municipal), le contrôle de la pollution, les suivis environnementaux, la gestion financière, la gestion des inondations et des sécheresses, contrairement à l'approche traditionnelle qui est beaucoup plus sectorielle et concise (Toolbox, 2008; UNESCO, 2009).

Un autre aspect de la GIRE est qu'elle n'est pas aussi encadrée que son prédécesseur. Cette approche n'a pas de commencement, ni une fin définie (Toolbox, 2008). Il s'agit d'un processus flexible qui s'adapte aux différents contextes de départ, et qui évolue selon les besoins des sociétés dynamiques ainsi qu'aux changements environnementaux (Toolbox, 2008). À titre d'exemple, cette approche doit prendre en considération différents facteurs tels que (UNESCO, 2009) :

- La croissance de la population augmente la demande en eau, les quantités d'eaux usées et la pollution produite.
- L'urbanisation ou le mouvement des communautés rurales vers la ville augmente la demande et les traitements d'eaux usées localisés et généralement loin des sources d'eau.

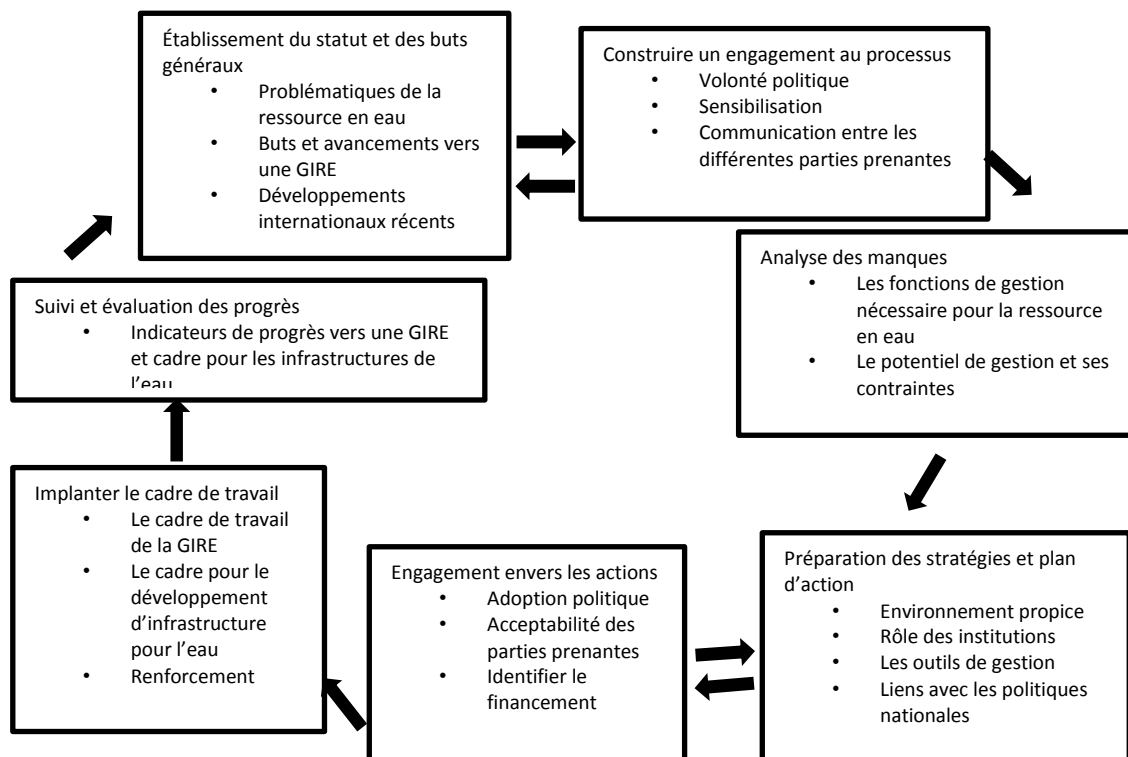
- La croissance économique : Celle-ci, qui survient principalement dans les pays développés, provoque une demande grandissante pour les activités aquatiques. Ainsi, la qualité des eaux naturelles est une préoccupation et parallèlement la contamination de l'eau est plus probable.
- La mondialisation : Ce processus a transféré la production primaire dans les pays où la main-d'œuvre est peu coûteuse, et ce, sans prendre en considération la ressource en eau. Le concept d'eau virtuel est récent, mais il représente l'utilisation d'eau lors du processus de production d'aliments et autres (Hoekstra et Hung, 2002). Puis, il en revient à dire qu'une partie de l'eau même est exportée, lorsque ces produits sont exportés. Les pays où la main-d'œuvre est peu coûteuse sont souvent ceux dont la ressource en eau est précaire, ainsi l'exportation de produits nécessitant une grande quantité d'eau est néfaste pour la ressource.
- Les changements climatiques : Ceux-ci rendent les régimes climatiques encore plus imprévisibles. Par le fait même, ces mutations rendent certaines populations plus vulnérables.

Malgré son volet flexible, la GIRE, développée par le GWP, détient tout de même une ligne conductrice. Le but est d'atteindre la durabilité du développement au travers de trois objectifs clés. Ceux-ci sont (Toolbox, 2008) :

- Efficience économique dans l'utilisation de l'eau : À la suite de l'augmentation de la rareté de l'eau et le manque de financement économique, l'eau doit être utilisée de la manière la plus efficiente possible. De plus, les quantités sont limitées, elle est vulnérable et la demande est sans cesse croissante.
- Équité : Le droit fondamental de chacun à des quantités et une qualité adéquate pour les besoins de base d'un humain doit être universellement reconnu.
- Durabilité des écosystèmes et de l'environnement : L'utilisation actuelle de la ressource devrait être gérée de façon à ne pas compromettre la source même et, par le fait même, sa disponibilité pour les générations futures.

Ces trois objectifs de la GIRE sont toutefois en compétition. L'eau utilisée pour l'un n'est plus disponible pour les deux autres (Toolbox, 2008). La distribution entre ces trois sphères représente un défi majeur (Toolbox, 2008), tout en constituant l'approche innovatrice nécessaire. Bref, ce volet intégrateur qui provient de la concurrence entre les objectifs constitue la raison qui rend l'implantation de cette approche complexe. Du point de vue de certains gestionnaires, cette approche peut même paraître beaucoup trop compliquée et implique des compromis trop importants (Toolbox, 2008), mais il ne s'agit pas pour autant d'une proposition irréaliste. Il y a actuellement des régions qui ont adopté ce type de gestion et la GIRE devrait être jugée selon son utilité et les résultats qu'elle apporte (UNESCO, 2009). Le chemin le plus facile n'est pas obligatoirement le meilleur à prendre.

La GIRE ne devrait pas être perçue comme une gestion clé en main, mais comme un processus à planter et à adapter. Les trois piliers d'instauration de la GIRE sont : accorder à l'environnement des politiques, des législations et des stratégies appropriées; mettre en place le cadre institutionnel (responsable des politiques); mettre en place les instruments de gestion nécessaires au cadre institutionnel (UNESCO, 2009). Ainsi, il y a une démarche à suivre qui est recommandée. Cependant, elle laisse place à une certaine personnalisation. Aucun modèle de GIRE n'est parfaitement approprié pour tous les contextes (Toolbox, 2008). Il en revient au décideur de moduler cette approche afin de répondre aux problématiques propres à sa région, tout en respectant l'idée des objectifs clés. De plus, la GIRE est un processus continu qui peut toujours être amélioré (Figure 4.1).



Modifié de Toolbox, 2008

Figure 4.1. Démonstration du cycle des différentes étapes de la GIRE

Il y a aussi cinq principes à assimiler qui vont de pair avec cette gestion, puisqu'il est primordial de modifier les tendances actuelles de surconsommation et de pollution pour mitiger l'impact de l'augmentation des risques d'inondation ou de sécheresse. Ces principes sont les suivants (Toolbox, 2008) :

- L'eau n'est pas inépuisable pour une région donnée et il s'agit d'une ressource vulnérable : Ce principe requiert une gestion holistique de la ressource. Le cycle entier de l'eau doit être considéré en plus de ses interactions avec les autres ressources naturelles et les écosystèmes (Toolbox, 2008; UNESCO, 2009). De plus, l'eau est utilisée à bien des usages, ainsi l'approche holistique doit aussi inclure la gestion des différentes demandes en eau tout en considérant les menaces. Le développement d'un cadre logique incluant les secteurs économique, social et politique demeure un défi de taille.

- L'approche participative : L'eau est un sujet dont tous les individus représentent une partie prenante et l'approche participative est réalisée seulement lorsque chaque partie a pris part aux décisions concernant les stocks, la gestion et son utilisation. Peu importe le niveau de gestion, lorsque des initiatives sont prises pour le secteur de l'eau, l'implication des différentes parties prenantes est cruciale pour assurer le succès de celles-ci (UNESCO, 2009). Il n'est toutefois pas réaliste de croire en la participation active de chaque utilisateur prise isolément, mais l'approche participative peut aussi inclure des représentants des différents groupes, ceux-ci ayant été élus par les groupes en question. Il est important de préciser que cette approche est valable seulement si les différentes parties prenantes sont impliquées dans les processus de décisions. Cette méthode permet de générer des consensus, ainsi les décisions sont plus facilement acceptées. Il est donc nécessaire de prévoir des mécanismes de consultations des différents groupes. Le dialogue est très important et l'implication d'ONG et d'autres organisations civiles peut aider à cet effet (UNESCO, 2009). Au final, il en revient au décideur, généralement le gouvernement, de créer un milieu où les femmes et les groupes marginaux ont également leur place.
- Le rôle des femmes : Les femmes jouent un rôle dans la collecte, la protection de l'eau pour les ménages et l'agriculture dans plusieurs pays. Cependant, leur rôle décisionnel dans la gestion des ressources est limité. Ainsi, il est impossible d'ignorer que la gestion de la ressource affecte différemment les hommes et les femmes. Il est nécessaire que le point de vue et les besoins de chacun soient pris en compte et intégrés au cadre stratégique. Les femmes doivent participer au développement de leur environnement. Cela peut, entre autres, être réalisé avec l'aide des organismes communautaires et des institutions, qui contribuent à renforcer leur capacité de participation.
- L'intégration des trois E : La GIRE perçoit l'eau comme étant une partie intégrale des écosystèmes, une ressource naturelle et un bien commun social et économique, dont la quantité et la qualité déterminent la nature de son utilisation.
- Les valeurs sociales et économiques de l'eau : Il est important de reconnaître le droit fondamental à l'eau. Ainsi, tous les êtres humains ont le droit à un accès à de l'eau propre et

des installations sanitaires. La valeur économique de l'eau et le coût d'utilisation associé sont deux éléments très différents à ne pas confondre. Premièrement, le coût d'utilisation représente l'instrument économique appliqué afin de subventionner le secteur de l'eau pour supporter les communautés désavantagées où il sert d'incitatif à économiser son utilisation, etc. La valeur économique correspond à la valeur accordée à ce que représente la ressource en eau et cette valeur a une importance économique. Elle est importante dans les calculs d'allocation comme ressource limitée, pour des moyens de régulation ou économiques. Le manque de reconnaissance de la valeur économique de l'eau a engendré son gaspillage, ainsi qu'une utilisation dommageable pour l'environnement. Lorsque l'eau est gérée comme étant une richesse économique, il est plus facile d'atteindre une utilisation efficiente et équitable de la ressource, en plus d'encourager sa conservation et sa protection.

La résilience des écosystèmes est un autre aspect très important à prendre en considération lors de la gestion. La résilience constitue la capacité d'un système à garder son fonctionnement de base malgré des perturbations (Walker *et al.*, 2006). Cette capacité est primordiale pour un système afin qu'il perdure dans notre environnement dynamique (Walker *et al.*, 2006), d'autant plus que les changements climatiques imposent des perturbations accrues sur une grande variété d'écosystèmes. Traditionnellement, l'objectif principal des projets vise à optimiser une ressource pour certaines valeurs précises et maintenir une rentabilité maximale (Walker *et al.*, 2006). Cet accent sur quelques éléments spécifiques mène à la perte de la résilience d'un système (Walker *et al.*, 2006). La rentabilité pour ces éléments est faite au détriment d'éléments jugés moins importants. Il est donc primordial de se concentrer sur la capacité de charge des écosystèmes. Cette capacité correspond au maximum d'une population qu'un écosystème peut supporter.

4.1.2 L'implantation de la gestion intégrée de la ressource en eau

L'UCC-Water (2010) mentionne le début d'un programme en 2005 qui visait à promouvoir l'instauration de la GIRE dans différents pays (UCC-Water, 2010). Un processus composé d'étapes et d'activités a été offert à tous les pays qui ont décidé d'aller de l'avant avec ce type de gestion. Il faut d'abord spécifier les objectifs de gestion, avec un programme détaillé des évaluations et du développement des connaissances de base (UCC-Water, 2010). Ensuite, une campagne de

sensibilisation pour éduquer la population sur les contraintes rencontrées par la ressource en eau et les actions est jugée nécessaire à entreprendre (UCC-Water, 2010). Puisqu'il s'agit d'une approche participative, l'opinion et l'acceptabilité de la population sont importantes à ce niveau. Finalement, il est nécessaire d'accomplir les actions choisies, sans cela il s'agit de programme sans résultats. Puis, pour assurer la pérennité des projets, les dirigeants doivent s'assurer de détenir un financement durable et diriger celui-ci vers les objectifs préalablement établis.

En ce qui concerne les actions à entreprendre, il ne faut pas oublier le contexte socio-économique de la région, puisque certaines actions peuvent répondre à un problème sans toutefois convenir à une région (UCC-Water, 2010). Le rapport coût-bénéfice est à déterminer ainsi qu'à quel point les actions et les changements provoqués s'avantagent mutuellement (UCC-Water, 2010). De plus, certaines actions représentent les prérequis pour des actions futures (UCC-Water, 2010). Il faut bien établir l'ordre d'exécution avant d'entreprendre les démarches, pour ne pas perdre la confiance des parties prenantes.

Suite à ce programme, l'UCC-Water (2010) a constaté que certaines contraintes sont étroitement associées à la planification d'une GIRE dans les différents contextes. Premièrement, il faut un milieu permettant la mise en place de politiques, de stratégies et de législations appropriées. Sans ces possibilités, la GIRE ne peut s'implanter (UCC-Water, 2010). Ensuite, il faut bâtir un cadre logique apte à implanter ces politiques, législations et stratégies. Finalement, il est primordial de disposer d'instruments de gestion pour appliquer les décisions prises (UCC-Water, 2010). Dans certaines régions un manque de connaissances ou de sensibilisation des importantes problématiques de la ressource en eau accompagnées d'un manque de volonté ou de capacité, limite les possibilités de répondre à ces contraintes (UCC-Water, 2010). Dans ces cas, l'implantation de la GIRE nécessite préalablement une volonté des entités gouvernantes en place à procéder à des modifications et à permettre l'implantation de ce type de gestion.

Ce type de gestion vise une application à l'échelle nationale afin d'octroyer des droits aux décideurs de la GIRE qui sont gérés par une législation, des règlements et divers niveaux de responsabilités propres à l'État. Cependant, rien n'empêche d'utiliser le même principe à plus petite échelle. Les projets concernant des bassins versants peuvent utiliser cette approche de

manière indépendante. Toutefois, les projets à petite échelle devraient préférablement cibler l'intégralité du bassin versant pour que les actions à la tête du bassin versant n'annulent par les améliorations entreprises en aval.

4.2 Rôle de la gestion intégrée de la ressource en eau pour les Caraïbes

La gestion intégrée de la ressource en eau dans la région des Caraïbes est connue des gestionnaires depuis quelques années. Néanmoins, la GIRE est de plus en plus mise de l'avant puisque la dégradation de la qualité de l'eau et ses impacts négatifs sur la quantité de l'eau se font ressentir davantage.

Cette section présentera les retombées positives de la GIRE dans certains pays et l'état d'avancement de l'application de cette nouvelle approche dans certaines îles des Caraïbes.

4.2.1 La GIRE dans les Caraïbes

Évidemment, certains défis font surface lors de l'application de la GIRE. Cette nouvelle approche cherche à intégrer tous les secteurs et toutes les parties prenantes de la ressource en eau. Idéalement, toutes les utilisations devraient être incluses dans les décisions, ou du moins l'approche devrait prévoir l'harmonisation de la répartition des ressources (UNESCO, 2009). La coordination constitue la clé du succès dans ce cas. Cependant, les fonds, les ressources humaines, les barrières institutionnelles et bien d'autres facteurs font partie des limites véritables à l'intégration de la GIRE (UNESCO, 2009). Il est certain qu'il serait idéal que les secteurs de production d'énergie, d'utilisation du sol et de l'agriculture soient tous ouverts à s'impliquer dans la GIRE de façon à vouloir optimiser le secteur de l'eau (UNESCO, 2009). Il est important que tous les secteurs comprennent qu'il y a des compromis et que la limite imposée par le milieu (la quantité d'eau) limite les pratiques de tous. Chacun aura des réajustements à prendre en considération, quoique certains secteurs soient plus visés que d'autres. Toutefois, les secteurs ne peuvent pas modifier toutes leurs pratiques du jour au lendemain, l'intégration fonctionne dans les deux sens (UNESCO, 2009). Ainsi, dans les PEID des Caraïbes, le changement d'une gestion sectorielle vers une gestion holistique représente souvent un défi de taille.

Heureusement, les îles des Caraïbes bénéficient du fait que la coopération entre les frontières ne constitue pas un aspect primordial de la GIRE. Néanmoins, cette problématique est présente sur l'île Hispaniola partagée entre Haïti et la République dominicaine, quoiqu'il ne s'agisse pas d'une difficulté généralisée comme c'est le cas dans les régions continentales.

4.2.2 Les programmes pour la GIRE dans les Caraïbes

Tel que mentionné à la section précédente, l'UCC-Water a lancé un programme dont le but était d'aider l'implantation de la GIRE en offrant aux pays participants une assistance financière et technique (UCC-Water, 2010). Le programme visait à concrétiser le principe de la GIRE en passant d'une simple vision à une application planifiée (UCC-Water, 2010). Ce programme a eu d'importants résultats. À titre d'exemple, les résultats suivants ont été recensés (UCC-Water, 2010) :

- Feuille de route pour la GIRE et des rapports de 19 des pays participants : Ces documents sont très importants pour le programme. Ils identifient les principales activités de réforme dans le milieu propre à une GIRE. Ces documents comprennent le cadre institutionnel pour la période 2005-2007.
- Livre des feuilles de route de cas réels : Ce document comprend les feuilles de route de huit projets différents sur l'implantation de la GIRE. Il inclut, entre autres, un intervalle de paramètres pour les aspects environnementaux et socio-économiques.
- Documents sur les concepts et les problématiques rencontrées : Trois documents thématiques ont été mis à la portée des gestionnaires qui désirent planifier et implanter un système de GIRE. Le premier concerne les aspects environnementaux d'une GIRE. Le deuxième document explique le lien entre la gestion de lacs et de rivières. Le troisième comprend des informations sur la structure pour assurer le suivi des progrès réalisés durant une GIRE.

- Les sous-régions, les dialogues ministériels sur les règlements et la sensibilisation : Ces activités ont comme objectif d'identifier pour les hauts fonctionnaires et les vice-ministres certaines problématiques spécifiques de la GIRE. Ces problématiques comprennent la coopération entre les frontières pour la ressource en eau, la décentralisation de la gestion de l'eau, le renforcement des capacités et les besoins de suivi.
- Le renforcement des capacités : Ceci comprend les formations et les outils nécessaires à la GIRE. Le partage d'information et d'expériences, ainsi que la participation des parties prenantes.
- Sondage national sur la GIRE : Cette activité recense les sondages de 58 pays concernant le statut de l'implantation de la GIRE au niveau national.

Parmi ces résultats, on retrouve une grande variété d'informations pour les prochains pays qui vont aller de l'avant avec la gestion intégrée de la ressource en eau. Ces programmes représentent des sources de motivation et des preuves incontestables qu'il est possible de modifier la gestion sectorielle vers une approche holistique et beaucoup plus complète. Par ailleurs, l'information recueillie permet de garantir aux pays qui envisagent la GIRE un retour sur investissement, ainsi que les pratiques les plus efficaces et efficaces selon les résultats recensés.

De plus, l'information relative aux diverses difficultés propres à la GIRE permet aux États qui entreprennent cette approche d'éviter les mêmes erreurs, et de surmonter plus facilement les obstacles. Par exemple, l'expérience avec l'île de la Grenade a indiqué qu'il est important de souligner à la population les risques encourus pour la santé et les impacts économiques en l'absence d'une gestion intégrée de la ressource en eau (UCC-Water, 2010). Il semble que les communautés affectées et les décideurs portent plus d'attention à la GIRE lorsque leur santé est en jeu (UCC-Water, 2010). Cette réalité a de plus facilité l'appropriation du projet par les gens locaux. L'expérience avec la Grenade a également démontré que l'association avec les groupes locaux facilite énormément la progression du programme en termes de logistique et d'implantation (UCC-Water, 2010). Même si ces constats semblent logiques à première vue,

l'implication et la participation des acteurs concernés sont nécessaires au succès des projets qui touchent d'aussi près la population.

Malgré que plusieurs pays des Caraïbes approuvent les bénéfices liés à la GIRE et adoptent cette approche, peu d'entre eux ont réellement la capacité de l'implanter complètement (Senecal et Madramootoo, 2012). On retrouve actuellement dix pays de la région des Caraïbes qui ont fait partie du programme de GIRE (UCC-Water, 2010). Il s'agit de : Anguilla, Antigua et Barbuda, Barbade, Bahamas, Dominique, Grenade, Jamaïque, Montserrat, Saint-Christophe-et-Niévès, et Sainte-Lucie.

Puisqu'il n'est pas simple et rapide d'implanter la gestion intégrée de la ressource en eau, le projet CARIWIN (*Carribean Water Initiative*) vient en aide aux pays en démarche d'implantation de la GIRE. CARIWIN est un projet de l'Université McGill, Québec, Canada (Senecal et Madramootoo, 2012). Les sphères importantes explorées par CARIWIN sont : les outils aidant à la prise de décision; le développement professionnel; la collaboration; la recherche; le partage des connaissances (Senecal et Madramootoo, 2012). Ainsi, CARIWIN, en association avec CIMH et en collaboration avec les gouvernements et des agences nationales et internationales, ont débuté en 2006, un projet d'une durée de 6 ans afin de renforcer les capacités d'implantation d'une GIRE (Senecal et Madramootoo, 2012). Au final, trois outils pour la prise de décisions ont été produits. Il s'agit des suivants (Senecal et Madramootoo, 2012) :

- Un système national d'information sur l'eau.
- Le réseau de suivi des précipitations et sécheresse dans les Caraïbes.
- Des stratégies pour l'eau au niveau communautaire.

Ces différents outils sont alors mis à la disposition des gestionnaires afin de faciliter la transition d'une gestion sectorielle à une gestion holistique. Ces outils rassemblent énormément d'informations pertinentes et permettent une première mise au point.

De plus, CARIWIN a participé à l'élaboration d'un programme académique sur la gestion de la ressource en eau, d'ateliers de formation, de recherches scientifiques, en plus d'avoir publié et préparé des conférences afin de partager les connaissances acquises sur le sujet (Senecal et Madramootoo, 2012). CARIWIN propose aussi le renforcement de CIMH, qui lui s'occupe de la formation et de l'apprentissage sur le développement en climatologie et en gestion de l'eau pour les membres du CARICOM (Senecal et Madramootoo, 2012). Une étude sur le système d'éducation mentionne qu'il y a un manque de personnel spécialisé dans cette région (ACCC, 2013). Ainsi, en incorporant la GIRE dans les connaissances de formation de CIMH, les impacts positifs seront multipliés.

Senecal et Madramootoo (2012) concluent que malgré certaines lacunes législatives, la région des Caraïbes a tout de même été de l'avant avec la gestion intégrée de la ressource en eau. Une amélioration de la gestion de l'eau a été établie dans les régions où les principes de base de la GIRE ont été appliqués. Les outils d'aide à la décision ont démontré leur efficacité pour cette région et devront continuer d'être utilisés et ajustés en fonction des résultats. Bref, les faits qui précèdent démontrent la volonté de cette région de se diriger vers une gestion holistique et complète de leur ressource en eau.

Le programme de CARIWIN rend alors à la disposition de tous une multitude d'informations sur la gestion intégrée de la ressource en eau. Avec des populations informées, l'importance de la GIRE sera mieux connue et son application sera d'autant plus facile. Par ailleurs, il est important de connaître que CARIWIN n'a pas seulement importé des outils déjà préparés dans la région des Caraïbes. Ils ont travaillé en collaboration étroite avec des parties prenantes de la région, ce qui produit des outils mieux adaptés à leurs besoins (Senecal et Madramootoo, 2012). Chaque région ayant son contexte particulier, des programmes et outils produits en collaboration directe avec la région visée augmentent définitivement l'efficacité et la pertinence de ceux-ci.

Outre le programme CARIWIN, le Global Water Partnership (GWP) aide aussi les pays à implanter la GIRE. Le GWP détient un site internet qui agit à titre de plateforme électronique où il est possible d'aller chercher de l'information sur la GIRE. Ce site contient, entre autres, une section réservée à la description de la GIRE et des principaux principes à maîtriser afin de mieux cibler

l'objectif de cette gestion intégrée (Toolbox, 2008). Au-delà de cette description, le site comprend des études de cas, des documents de références et du matériel de support (Toolbox, 2008).

On peut donc s'apercevoir qu'il existe une variété de programmes et projets qui offrent une assistance technique aux différents pays de la région des Caraïbes. La GIRE n'étant pas un plan fixe avec une approche clé en main, ces outils servent à l'implantation de la gestion, mais ne peuvent pas guider pas à pas le changement de gestion. Il reste qu'une volonté certaine et dynamique doit provenir des entités gouvernementales pour que le changement complet ait lieu.

4.2.3 L'état d'avancement de la GIRE

Il a été possible d'avoir accès à l'état d'avancement de l'implantation de la gestion intégrée de la ressource en eau de certains pays des Caraïbes qui font partie du programme de l'UNEP (UCC-Water, 2010).

Pour débiter, en Grenade, la gestion intégrée de la ressource en eau a été reconnue comme un outil de gestion appropriée pour le contexte de cette île (CEHI *et al.*, 2007b). Le ministère de l'Agriculture a même pris l'initiative de développer une feuille de route, des politiques et un plan pour implanter la GIRE à l'échelle nationale (CEHI *et al.*, 2007b). Celles-ci constituent les premières étapes indiquées par le programme du PNUE-DHI (2005). En ce qui concerne l'application, seulement la consultation des parties prenantes et l'analyse de la situation afin de se procurer l'information nécessaire pour la feuille de route ont été entreprises (CEHI *et al.*, 2007b). Toutefois, au moment de la publication de CEHI *et al.* (2007b), la Grenade était toujours reconnue pour avoir une approche très sectorielle de la gestion de la ressource en eau, avec très peu de communication entre les secteurs (CEHI *et al.*, 2007b).

Aux Bahamas, le plus grand enjeu relatif à l'eau est le coût associé à la production d'eau potable. Il s'agit d'un pays avec une très faible quantité d'eau douce naturelle (GWP – Caribbean, 2011). Dans ce contexte, la GIRE représente une option viable qui intégrera les différentes parties prenantes, et ainsi la responsabilité de l'eau sera plus équitablement partagée (GWP – Caribbean, 2011). Aux Bahamas, le processus d'implantation de la GIRE a été de l'avant avec les discussions

entre les parties prenantes et celles-ci en sont venues à la conclusion que la préservation et la durabilité de la ressource en eau sont des enjeux aussi importants que le coût d'exploitation (GWP – Caribbean, 2011). Ainsi, l'atteinte de l'équilibre entre ces enjeux est maintenant la voie à suivre. Les parties prenantes se sont entendues sur la vision suivante : *to collaboratively manage a world-class and affordable water supply and sewerage system in order to enhance and protect health and the environment* (GWP – Caribbean, 2011). En d'autres termes, la gestion devra se faire de manière collaborative entre les parties prenantes afin d'obtenir une eau de bonne qualité à un prix abordable, sans compromettre la santé et l'environnement. De plus, la gestion intégrée de la ressource en eau a encouragé différentes activités et initiatives, telles que (GWP – Caribbean, 2011) :

- L'intégration d'autres secteurs dans la gestion de l'eau.
- L'implication du haut gouvernement dans les processus.
- La compréhension du lien entre la GIRE et les attentes des programmes des autres secteurs.
- L'engagement à réformer le cadre légal et législatif afin d'implanter le plan.

En 2005, le *National Development Plan* a reconnu l'importance d'avoir un bon plan de gestion de l'eau pour la Barbade (CEHI *et al.*, 2008). Ils ont compris que la gestion sectorielle doit être modifiée afin de faire place à une approche plus holistique où la collaboration et la coordination des différents secteurs sont employées. C'est à ce moment que le Gouvernement de la Barbade s'est engagé à implanter une gestion intégrée de la ressource en eau pour le pays (CEHI *et al.*, 2008). Ainsi, le *Barbados Water Authority* et le *Coastal Zone Management Unit* ont entrepris le développement d'une feuille de route, des politiques ainsi qu'un plan pour la GIRE à un niveau national (CEHI *et al.*, 2008). Le principe de la GIRE semble accepté. Il en revient alors aux entités gouvernementales de poursuivre la réalisation de la feuille de route pour assurer le succès de cette initiative.

Les îles de Saint-Vincent et Grenadines sont formées de plusieurs îles. Il a donc été décidé d'utiliser une seule île, comme île pilote, et d'y monter un programme de GIRE (CEHI *et al.*, 2007a). L'île qui a été choisie est l'île Union. Ce projet servira de cadre de référence pour les autres îles de Saint-Vincent et Grenadine, ainsi que pour les îles au nord, tel que les îles Turques et Caïques et les îles Vierges (CEHI *et al.*, 2007a). Le projet de cette île est important et la feuille de route de l'île Union a déjà élaboré neuf actions clés qui devront être appliquées, soient (CEHI *et al.*, 2007a) :

- L'initiation du processus.
- L'établissement d'un comité de direction.
- L'établissement d'une équipe de gestion de l'avancement.
- L'établissement du rôle des parties prenantes dans le développement du plan et de l'implantation.
- L'établissement de la communication du développement du plan et de l'implantation.
- Une analyse de la situation et le cadre logique de la GIRE.
- L'énoncé de la vision et des buts.
- L'évaluation des options du plan de la GIRE.
- La promotion, l'adoption et l'implantation du plan de la GIRE.

L'île de l'Union indique que la préparation du plan va s'échelonner sur une période de deux ans (CEHI *et al.*, 2007a). Durant ces deux ans, les différentes parties prenantes publiques et privées vont participer aux discussions et aux prises de décision (CEHI *et al.*, 2007a). Le Ministère de la Santé et celui des affaires sont responsables de diriger l'avancement (CEHI *et al.*, 2007a).

Actuellement, la GIRE est encore au point de départ sur cette île. Cependant, il semble y avoir une bonne volonté de la part du gouvernement et des entités pour créer un plan.

Dans un autre ordre d'idées, les îles de Saint-Christophe-et-Niévès semblent avoir reconnu l'importance d'une gestion intégrée de la ressource en eau. (Sweeney *et al.*, s. d.). Toutefois, le projet est encore à l'étape embryonnaire (Sweeney *et al.*, s. d.). En effet, il semble que tous sont d'accord pour dire que la gestion intégrée de la ressource en eau est la marche à suivre et que ce changement est nécessaire. Cependant, les actions concrètes relatives à la GIRE se font très lentement, comme c'est le cas dans beaucoup de projets de grande envergure.

4.3 Recommandations

Suite à la collecte et à l'analyse de données relatives à la GIRE dans les îles des Caraïbes, cette section présentera les principales recommandations permettant d'optimiser les démarches entreprises à plusieurs niveaux. Ces recommandations sont divisées en deux catégories. La première vise les entités gouvernementales et décisionnelles à une échelle nationale. La seconde catégorie représente des initiatives au niveau communautaire ou du moins local.

4.3.1 Niveau national

Au niveau national, la gestion intégrée de la ressource en eau devrait être l'objectif principal. Il a été reconnu par les gouvernements et les gestionnaires que cette approche assure la pérennité de la ressource. Pour la région des Caraïbes, différents outils aident les gestionnaires et les différentes parties prenantes à effectuer la transition. Plusieurs organismes offrent de l'information et des plateformes de partage afin que tous puissent profiter de l'avancement des diverses initiatives entamées. Comme il a été mentionné, certains pays ont déjà débuté l'implantation de ce type de gestion. Il demeure essentiel de poursuivre cet avancement considérable.

Au chapitre trois, plusieurs exemples de projets ou programmes réalisés dans des pays hors de la région des Caraïbes ont su démontrer l'importance d'une approche holistique et l'intégration des

parties prenantes. À titre d'exemple, la transition au Mexique a permis une amélioration spectaculaire d'une multitude d'aspects du système d'irrigation (Saleth et Dinar, 1999). Le Mexique est un pays relativement plus grand que ceux retrouvés dans les Caraïbes, mais il détient un contexte climatique et social semblable et on y retrouve des problématiques similaires au niveau de la qualité des eaux. Ainsi, cela laisse penser qu'un changement de gestion comparable à celui du Mexique dans les Caraïbes pourrait obtenir des impacts positifs semblables.

Par ailleurs, la gestion de bassin versant apporte des impacts bénéfiques assez remarquables pour une demande importante, par exemple celle de la ville de Tokyo. Ils ont démontré qu'il est plus avantageux d'investir dans la protection d'un bassin versant afin d'avoir une bonne quantité et une bonne qualité d'eau versus investir dans le traitement d'eau de moindre qualité (Stolton et Dudley, 2007; Bureau of Waterworks, 2012a). De plus, la ville de Tokyo met l'accent sur la responsabilité de tous et demande à ce que l'eau soit utilisée avec efficacité (Stolton et Dudley, 2007; Bureau of Waterworks, 2012a). Tous doivent être conscients de leur utilisation. La demande de la ville de Tokyo surpasse sans contredire la demande de la majorité des villes et villages des Caraïbes. Cependant, cet exemple permet de démontrer qu'une gestion par bassin versant peut s'adapter à une demande grandissante dans un contexte de pays en développement.

En Australie, la protection d'un bassin versant est considérée comme importante, et les avantages de cette démarche ont été démontrés. Bien que certains habitent les bassins versants, des compromis et des consensus avec ces populations sont possibles sans que ce soit au détriment de l'environnement (Sydney Catchment Authority, 2011). On retrouve le même contexte au niveau des régions dans les Caraïbes. Les bassins versants sont généralement peuplés. L'exemple ci-contre illustre qu'avec une gestion par bassin versant, il est possible d'incorporer l'élément présence humaine, et ce, sans en négliger l'apport bénéfique.

À Viti Levu, ils ont su harmoniser le développement et la protection de l'environnement (Bergen, 2010). Comme quoi la protection de la ressource en eau ne contrecarre pas nécessairement les initiatives de développement. Au contraire, un développement avec un point de vue holistique qui incorpore l'importance de la gestion de l'eau constitue un projet plus durable avec des bénéfices

généraux plus grands. Puisque la région des Caraïbes est en développement, il est important de souligner que l'approche holistique ne cherche pas à bloquer ce développement.

À Cobija, ils ont découvert à quel point une mauvaise gestion de la ressource en eau et de sa distribution peut impacter négativement une population. Les quantités d'eau disponible étaient suffisantes pour subvenir aux besoins de la population grandissante, mais une mauvaise gestion laissait présager que la ville dépasserait avant longtemps la capacité de support de sa ressource en eau (Morgan, 2012). Puis, une réorientation et une meilleure gestion permettront éventuellement d'accueillir sa nouvelle population (Morgan, 2012). Comme quoi il est important de bien connaître son milieu avant d'exiger certaines mesures de gestion. Il est possible que certaines régions possèdent actuellement suffisamment d'eau, mais la mauvaise distribution cause son déficit.

Et finalement à Maharashtra, une communauté qui désertait l'endroit à cause de la sécheresse et de la mauvaise qualité de vie a modifié son style de vie (Narain, 2013). Avec une approche plus holistique, une conscience de l'importance de la ressource en eau et la notion de protection de l'environnement, entre autres des forêts, cette communauté a su reverdir ses plaines. Ils ont pu améliorer leur qualité de vie drastiquement avec quelques changements d'habitude et une meilleure connaissance de leur environnement (Narain, 2013). L'implication communautaire est primordiale, cet exemple l'illustre parfaitement. L'influence des gens sur leur milieu est directe, il serait donc important de responsabiliser tout un chacun concernant leur utilisation de l'eau.

Ainsi, une gestion adéquate de la ressource en eau, par bassin versant, qui inclut les différentes parties prenantes est nécessaire et est la seule voie à entreprendre. Il convient de dépasser l'analyse des avantages et des inconvénients relatifs à ce type de gestion, puisque les preuves sont manifestes. Les initiatives devront maintenant viser l'implantation planifiée d'une gestion intégrée de la ressource en eau.

4.3.2 Niveau local

Pendant que les gouvernements et les gestionnaires emboîtent d'un pas qui devrait être ferme la transition vers une gestion intégrée de la ressource en eau, les communautés locales doivent

commencer immédiatement à améliorer leur milieu naturel. Au chapitre deux, les différentes initiatives déjà entreprises dans les Caraïbes ont été décrites. Malgré les bonnes intentions de ces communautés, les résultats obtenus par ces projets ou programmes ne sont pas toujours très concluants concernant l'amélioration générale de la ressource en eau. Pour cette raison, le troisième chapitre a abordé les projets et les programmes entrepris dans des pays hors de la région des Caraïbes. Il convient de mentionner que les projets soulevés dans le chapitre trois ont été réalisés dans des régions qui ont de nombreuses similitudes avec la région des Caraïbes, permettant ainsi d'adapter ces initiatives au contexte des îles.

Premièrement, la reforestation débutée par le *Green Belt Movement* n'a pas eu d'aide des organismes non gouvernementaux ou du gouvernement au départ. En détenant les bonnes connaissances, les communautés elles-mêmes ont pris leur environnement en main et ont débuté la reforestation (The Green Belt Movement, 2013). Les impacts positifs ont été nombreux et ces communautés ont été les premières à en bénéficier (The Green Belt Movement, 2013). Alors, apporter ce niveau de connaissance aux communautés serait très avantageux pour tous puisqu'il y a toujours une grande partie de la population des îles des Caraïbes qui vit directement des ressources naturelles.

Ensuite, les projets de reforestation entrepris par des tiers ne devraient jamais se limiter à la plantation d'arbres. Les projets de la fondation Masarang démontrent l'importance de bien planifier la reforestation. L'utilisation de différentes espèces natives permet une réhabilitation plus réaliste et durable de la forêt (Masarang Foudation, s. d.c). De plus, l'utilisation d'espèces clés permet une reforestation plus rapide (Masarang Foundation, s. d.b). L'utilisation de la main-d'œuvre locale permet la création d'emploi, l'appropriation du projet et l'autonomie de ces communautés puisqu'ils peuvent continuer par eux-mêmes le projet. Il est également important de gérer la pression qui est faite sur la forêt parallèlement aux projets de reforestation. Si la cause de la déforestation n'est pas confrontée, la reforestation ne perdurera pas. Ainsi, la réorientation des gens qui exploitaient démesurément les ressources forestières est nécessaire. Comme indiqué par le projet *GIS-Mapalus*, l'encouragement et l'aide dans la production d'activités complémentaires peuvent servir à diminuer la pression sur la forêt (Masarang foundation, s. d.a). Cet exemple vise particulièrement ceux qui envisagent des projets dans des régions touchées par

la déforestation et le manque d'eau. Il ne suffit pas d'avoir de bonnes intentions, la planification et l'intégration des différentes sphères des projets sont très importantes pour obtenir des résultats concluant et durable.

Les projets de réserve d'eau constituent une option intéressante, particulièrement dans un climat tropical où les pluies sont abondantes pendant une partie de l'année, comme c'est le cas dans les Caraïbes. Outre les bassins de rétention de surface et les citernes construites par l'homme, la revitalisation des aquifères souterrains devrait être envisagée (Maliva et Missimer, 2010). L'exemple des Émirats arabes unis démontre très bien l'efficacité et la pertinence de cette pratique (Maliva et Missimer, 2010). Cependant, cette option peut s'avérer très coûteuse et ne devrait pas être considérée comme une solution miracle où une gestion holistique ne s'impose plus. Toutefois, les régions qui ont asséché leurs aquifères pourraient évaluer les bénéfices de cette pratique, car durant la saison des pluies une grande partie de l'eau qui tombe ruissèle directement à l'océan.

Finalement, les filtres sont des outils qui seraient très utiles aux communautés dont l'eau est disponible, mais dont la qualité est une menace pour la santé. Terafil est un exemple concret de filtre qui rend disponible immédiatement une eau de meilleure qualité (CIPET, 2012). Cette option est très intéressante afin de diminuer les maladies transmises par l'eau (CIPET, 2012). Comme solution temporaire ou après des catastrophes naturelles, ce type filtre représente un outil indispensable. La région des Caraïbes connaît une abondance d'eau durant la saison des pluies, ainsi la décontamination de l'eau disponible est un outil qu'on devrait retrouver partout dans cette région.

Il est important de continuer les projets déjà existants qui rapportent de bons résultats et encourager leurs dispersions à toute la région. Toutefois, un accent et une harmonisation des différentes démarches apporterait davantage aux populations. Il y a actuellement une grande quantité de projets déjà présents dans la région, pourtant l'amélioration de l'état la ressource en eau n'est pas aussi évidente. Au-delà des types de projets suggérés, il est essentiel que chaque projet détient une vue d'ensemble des impacts apportés et que l'accent soit sur les causes des problèmes et non des solutions temporaires. L'expression « donne du poisson à quelqu'un et il

n'aura plus faim de la journée. Apprends à quelqu'un à pêcher et il n'aura plus jamais faim. » (Confucius), trouve application en ce qui concerne les projets relatifs à l'environnement et à la ressource en eau. Fournir de l'eau à un individu éteindra évidemment sa soif. Toutefois, le fait d'inculquer aux populations la protection de leur ressource en eau leur assurera de toujours pouvoir répondre à ce besoin vital. Ainsi, ils n'auront plus jamais soif. Pour conclure, il est primordial de travailler vers l'autonomie des communautés, alors qu'il est indispensable de miser sur une approche holistique en matière de GIRE.

CONCLUSION

La problématique première de cet essai est la qualité et les quantités d'eau présente sur les îles des Caraïbes. Plus souvent qu'à son tour, cette ressource est négligée ou son importance est minimisée au profit du développement économique. La réalité est que l'eau est au cœur d'une grande variété de secteurs et que la gestion de celle-ci ne peut se faire de façon exclusive ou sectorielle. Au contraire, la gestion de l'eau se doit d'être partie intégrante de l'approche globale d'une région. L'eau est source de vie et dans un même temps, elle est impactée par toute action de la vie.

Le chapitre un démontre clairement que la situation de l'eau dans les pays des Caraïbes est un enjeu primordial puisqu'une grande partie de la population n'a pas un accès fiable à une eau de bonne qualité en quantité suffisante. Les facteurs responsables de cette problématique sont nombreux et variés, allant d'une contamination par les pratiques agricoles à une mauvaise distribution.

Puis, différentes stratégies employées par les Caribéens sont énoncées. Toutefois, celles-ci ne semblent pas étendues à toutes les régions ni à tous les niveaux. De plus, malgré les bonnes intentions, les stratégies ne fonctionnent pas toutes de manière optimale. Il y a toujours un grand problème au niveau de la ressource en eau dans cette région.

D'autres régions dans le monde, avec des contextes ou des climats semblables ont toutefois réussi à gérer la ressource en eau de façon plus durable. Quelques stratégies mises en pratiques ont été présentées. Celles-ci servent d'exemples et de principes qui seraient possibles d'appliquer aux Caraïbes.

Au dernier chapitre, il est démontré que la gestion intégrée de la ressource en eau et la résilience des écosystèmes sont indispensables afin d'obtenir une gestion durable. Certains organismes et programmes sont actuellement en place afin d'aider les gestionnaires à procéder à la transition de la gestion traditionnelle vers cette gestion intégrée. De plus, les idées et les principes à retenir et à

appliquer provenant des exemples de stratégies hors de la région des Caraïbes sont mentionnés dans la section de recommandations.

Finalemeht, la gestion intégrée de la ressource en eau semble la meilleure option, et ce, tant au niveau national, que régional. Ce processus étant en perpétuelle évolution, l'application de techniques et de stratégies visant un développement durable pour toutes les sphères est très importante. De plus, il faut continuer à innover et à entreprendre des recherches permettant de continuellement comprendre davantage les implications qu'ont nos usages des ressources naturelles.

RÉFÉRENCES

- ABDIB (2011). *Guarantee access to water and integrated sanitation services and the Right to Water and Sanitation for all*. Position Paper of the Priority Theme for the 6th World Water Forum. São Paulo, Brazil, December 2011
- ACCC (2013). EPE CARICOM. In ACCC. *Partenariats internationaux*.
<http://www.accc.ca/xp/index.php/fr/programmes/partenariats-internationaux/epe-intro/epe-CARICOM> (Page consultée le avril/ 24 2013).
- Ballestero Vargas M. (2012). *Access to water and sanitation for all and the human right to water and sanitation in the Americas : Target 1.1 and 1.2 Report*. World Water Forum. Americas region. 35 p.
- Bergen, M. (2010). Fresh water for Fiji. In Conservation International. *Articles*.
http://www.conservation.org/FMG/Articles/Pages/fiji_fresh_water_ridge_to_reef.aspx (Page consultée le 24 mars 2013).
- Bernstein L., Bosch P., Canziani O., Chen Z., Christ R., Davidson O., Hare W., Huq S., Karoly D., Kattsov V., Kundzewicz Z., Liu J., Lohmann U., Manning M., Matsuno R., Menne B., Metz B., Mirza M., Nicholls N., Nurse L., Pachari R., Palutikof J., Parry M., Qin D., Ravindranath N., Reisinger A., Ren J., Riahi K., Rosenzweig C., Risticucci M., Schneider S., Sokona Y., Solomon S., tott P., Stouffer R., Sugiyama T., Swart R., Tirpak D., Vogel C. et Yohe G. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, OMM et PNUE. 114 p.
- Birdlife International (2010). *Hotspot de la biodiversité des îles des Caraïbes*. Critical Ecosystem partnership fund. 163 p.
- Brown D. (2012). Caraïbe : des stratégies pour conjurer la pénurie d'eau douce. IN IPS. *Environnement – Les Caraïbes*. <http://ipsnouvelles.be/news.php?idnews=10995> (Page consultée de 1^{er} février 2013).
- Bureau of Waterworks (2012a). *Stable Supply of Safe, Better Tasting Water*. Bureau of Waterworks Tokyo Metropolitan Government. Tokyo, p. 19-35.
- Bureau of Waterworks (2012b). Environmental Measures. In Bureau of waterworks Tokyo Metropolitan Government, *Water Supply in Tokyo : Business outline 2012* (p. 36-38). Tokyo.
- Burrowes P. A., Joglar R. L. et Green D. E. (2004). *Potential Causes for Amphibian Declines in Puerto Rico*. Herpetologica vol. 60, p. 141-154.
- Bynoe P. (2008). *Situational Analysis of Water Resources Management in Guyana*. Study undertaken for UNCCD Project on behalf of the Guyana Lands and Surveys Commission.

Georgetown.

- Cardi (2011). *Policy brief : Enhanced Water Resources Management in the Caribbean*.
http://www.cardi.org/wp-content/uploads/2012/02/POLICY-BRIEF-DRAFT_Enhanced-Water-Resources-Management.pdf (Page consultée le 24 novembre 2012).
- Caribbean Agricultural Research and Development Institute (2011). Climate Change for Agriculture Development. *IN* Caribbean agricultural research and development institute. *Commodities and theme*. <http://www.cardi.org/commodities-themes/climate-change-for-development/> (Page consultée le 1 février 2013).
- Caribbean Environmental Health Institute (s. d.). Toolbox: Rainwater harvesting *IN* the Caribbean. *IN* Global Water Partnership Caribbean.
<http://www.cehi.org.lc/Rain/Rainwater%20Harvesting%20Toolbox/index2.htm> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Caribbean Environmental Health Institute (2006). *National Rainwater Harvesting Programme for Grenada*. Ministry of Health, Social Security, Environment and Ecclesiastical Affairs, Grenada. 67 p.
- CARICOM Secretariat (2003). *The CARICOM Environment in Figures 2002*. Caribbean. Community Secretariat, Georgetown, Guyana.
- CARICOM Secretariat (2008). *The CARICOM environment in figures 2004*. Caribbean community secretariat, Greater Gerogetown. 336 p.
- CARICOM Secretariat (2008). *The CARICOM environment in figures 2004*. Caribbean community secretariat, Greater Gerogetown. 336 p.
- Carter S. S. (2010a). *National Environmental Summary : Antigua and Babuda*. UNEP. 36 p.
- Carter S. S. (2010b). *National Environmental Summary : Barbados*. UNEP. 56 p.
- Carter S. S. (2010c). *National Environmental Summary : Commonwealth of Dominica*. UNEP. 37 p.
- Carter S. S. (2010d). *National Environmental Summary : Federation of St. Kitts & Nevis*. UNEP. 33 p.
- CEHI, UCC-Water et GEF-IWCAM (2007a). *Road Map toward Integrated Water Resources Management Planning for Union Island, St. Vincent and the Grenadines*. Gouvernement of Saint Vincent and the Grenadines, 123 p.
- CEHI, UCC-Water et GEF-IWCAM (2007b). *Road Map toward Integrated Water Resources Management Planning for Grenada*. Gouvernement of Grenada édition, St. Lucia, 161 p.
- CEHI, UCC-Water et GEF-IWCAM (2008). *Road Map toward Integrated Water Resources Management Planning for Barbados*. Gouvernement of Barbados édition, 126 p.

- CEP.UNEP (1994). *Regional overview of land-based sources of pollution in the wider Caribbean Region*. CEP Technical Report. UNEP. 67 p.
- CIPET (2012). Terafil water filter. *In* CIPET at Bhubaneswar. *Development of New Product : special achivement*. <http://www.cipet.gov.in/visitourcampus/orissa/trafilwater.html> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Conseil Général de la Martinique (2007). La récupération de l'eau de pluie subventionnée. *IN* Conseil Général de la Martinique. *Événements*. <http://www.infeau.cg972.fr/spip.php?breve3> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Conservation International (2013). Fresh water is essential for life. *IN* Conservation International. *Safeguarding Fresh water*. http://www.conservation.org/learn/freshwater/Pages/fresh_water.aspx (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Corbel B. et Pascal A. (2009). *Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les pays en développement : Retours d'expérience*. Arène. Île de France. 125 p.
- Cox C. (2009). *Bridging the gap between research and policy for sustainable development in Caribbean small island developing states (SIDS) : The case of land and water resources management*. Conférence 2009. University of the West Indies, St. Augustine Campus. 31 p.
- Cox, T.P. (2012). Watersheds : a common destiny for survival. *In* New Agriculturist. *Ecosystem services*. <http://www.new-ag.info/en/focus/focusItem.php?a=2363> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Day. O. (2009). *The Impacts of Climate Change on Biodiversity in Caribbean islands : what we know, what we need to know, and building capacity for effective adaptation*. CANARI Technical Report No.386. 28 p.
- Deetjens M. (2011). *Le rôle potentiel de la culture vodou dans la gestion durable des écosystèmes haïtiens*. Essai de maîtrise. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. 92 p.
- Deleau M. (2011). Antilles française : Mieux connaître la récupération d'eau de pluie. *IN* Terre d'avenir. *Eco-habitat*. http://www.terredavenir.org/Antilles-francaises-Mieux-connaître-la-recuperation-d-eau-de-pluie_a970.html (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Dominica Water and Sewerage Company (2012). Water. *IN* DOWASCO. *Services*. http://www.dowasco.dm/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=63 (Page consultée le 1^{er} février. 2013).
- Dowascopr (2012). Plant and pipeline replacement project. *IN* DOWASCO. *Projects : Antrim filtration plant*. http://www.dowasco.dm/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=

121 (Page consultée le 1^{er} février 2013).

Elie J. (2010). Haïti : Les défis de récupération métropolitaine et développement durable. *IN* International alliance of water utilities for water security, safety and sustainability management assessment research technology (W-SMART). *News*. <http://w-smart.fr/index.php/12-news/19-haiti> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

Europe aid (2011). *Agriculture : Improving Haïti's natural resources and water management, diversification of agriculture and aquaculture*. European commission. 2 p.

Fairtrade Canada (s. d.). Qu'est-ce que le commerce équitable?. *IN* Fairtrade Canada. *À propos*. <http://fairtrade.ca/fr/a-propos/qu-est-ce-que-le-commerce-equitable> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

FAO (2006). *Global Forest Resources Assessment 2005 - Progress Towards Sustainable Forest Management*, FAO Forestry Paper 147 (FRA 2005), Food and Agriculture Organization Of The United Nations, Rome, 2006

FAO (2009). *State of the World's Forests 2009*. Food and Agriculture Organization Of The United Nations, Rome.

FAO (2011). La grande diversité dans un système agroforestier, en Éthiopie. *IN* FAO, *La pratique de la gestion durable des terres : Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne* (p. p. 132 - 147).

Flores Dominguez A., Blanco J. M., Tellier M. (2013). *Projets d'HG Environnement dans les Caraïbes*. Communication orale. 30 janvier 2013.

Forde, M., Dewailly, E., Morrison, K. et Badrie, N. (2012). *Caribbean EcoHealth Program*. CEHI édition, 37 pages p. (Collection 6th Biennial Caribbean Environmental Forum and Exhibition, St. Kitts & Nevis).

Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre (2010). Quiénes somos. *IN* Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. *Fundación*. http://www.fanj.org/pag_fundacion/misionvision.html (Page consultée le 1^{er} février 2013).

Gleaner company (2006). Agriculture Ministry urges organic cultivators to get registered. *IN* Jamaica Gleaner. *Home*. <http://jamaica-gleaner.com/gleaner/20060907/farm/farm3.html> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

González I. (2012). Cuba develops crops adapted to climate change. *IN* Inter press service : News agency. *News*. <http://www.ipsnews.net/2012/06/cuba-develops-crops-adapted-to-climate-change/> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

Governor's Office (2012). Wonderful Water- Turks and Caicos environmental education project. *IN*

- HM Governor's Office Turks and Caicos Islands. *News*.
<http://turksandcaicosislands.fco.gov.uk/en/news/?view=News&id=738577082> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Grogg P. (2008). Climate Change-Cuba : Prized Wetland in Danger. Inter Press Service. May 2008.
<http://ipsnews.net/news.asp?idnews=42318>.
- GWP - Caribbean (2011). *IWRM planning process : The Bahamas experience*. GWP-C édition, Trinidad, 6 p.
- Harlan A. E., Roebuck L. W. et Fong A. W. (2002). *Water resources assessment of the Dominican Republic*. US Army Corps of Engineers. 143 p.
- Hoekstra, A.Y. et Hung P. Q. (2002). *Virtual water trade : a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*. IHE Delft édition, The Netherlands, 120 p. p.
- Howard K. W. F. et Mullings E. (1996). *Hydrochemical analysis of ground-water flow and saline incursion in the Clarendon Basin, Jamaica*. Ground Water vol. 34, p. 801-810.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (2010). Programas. *IN Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Programas y proyectos*. <http://www.indrhi.gob.do/Default.aspx?tabid=67> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Johnson Williams V. (2011). *A case study of Desertification in Haiti*. Journal of Sustainable Development. Vol. 4 no 3, 20-31.
- Lake P. S. (2003). *Ecological effects of perturbation by drought in flowing water*. Freshwater Biology vol. 48, p. 1161-1172.
- Lewsey, C., Cid G., and E. Kruse (2004). *Assessing climate change impacts on coastal infrastructure in the Eastern Caribbean*. Marine Policy, vol. 28, p. 393-409.
- Maliva, R.G. et Missmer T. M. (2010). Aquifer storage and recovery : developing sustainable water supplies. *In IDA Journal, Resource Management* (p. 74-80).
- Masarang foundation (s. d.a). Reforestation research. *In Masarang*.
<http://www.masarang.nl/en/initiatives/index.jsp?USMID=84> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Masarang foundation (s. d.b). Sugar Palm : a miraculous tree. *In Masarang*.
<http://www.masarang.nl/en/initiatives/index.jsp?USMID=90> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Masarang foundation (s. d.c). Sustainable agriculture and assistance small farmers. *In Masarang*.
<http://www.masarang.nl/en/initiatives/index.jsp?USMID=81> (Page consultée le 24 mars 2013).

2013).

McClintock N. (2004). *Des pratiques agro-écologiques pour une agriculture durable dans le plateau central en Haïti*. Zanmi Lasante Paris, Paris, France. 43 p.

McElroy JL, Potter B, Towle E. (1990). *Challenges for sustainable development in small. Caribbean islands*. In : Beller W, d'Ayala P, Hein P. Eds. Sustainable development and environmental management of small islands. UNESCO/Man and the Biosphere Series/Parthenon Publishing Group : Paris. p. 299-316.

Missimer, T.M. (2004). Future use of the Floridan Aquifer System : the concept of aquifer zoning. Proc of the Florida Section, AWWA. St. Cloud, Fla.

Morgan, M. (2012). On tap in Bolivia : CI helps create a plan for clean water. *In* Conservation International. *Articles*. <http://www.conservation.org/fmg/articles/pages/On-Tap-in-Bolivia-CI-Helps-Create-a-Plan-for-Clean-Water.aspx> (Page consultée le 24 mars 2013).

Narain, S. (2013). Lessons from the field : Rainwater harvesting in India. *In* National Geographic. *Freshwater*. <http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/l/lessons-from-the-field-rainwater-harvesting-in-hiware-bazaar--india/> (Page consultée le 24 mars 2013).

National Conservation Commission (2012). Capacity Building for Youth in Sustainable Land Management. *IN* National conservation commission. *Projects and programmes*. <http://www.nccbarbados.gov.bb/projects> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

NOVUNDI (2011). Novundi Eau : ravives les sources vitales durablement. *In* NOVUNDI Group. *NOVUNDI Group*. http://www.novundi.com/NOVUNDI_Eau--FR (Page consultée le 15 mai 2013).

PNUE (1998). Section 4. Meilleurs méthodes de gestion. *IN* Programme des Nations Unies pour l'environnement/Programme pour l'environnement de Caribes. *Meilleur méthodes de gestion pour les sources agricoles non ponctuelle de pollution : Rapport techniques no 41*. <http://www.cep.unep.org/pubs/Techreports/tr41fr/section4.html> (Page consultée le 1^{er} février 2013).

Roebuck L., Pochatila J. et Ortiz T. (2004). *Water resources assessment of the Bahamas*. US Army Corps of Engineers. 114 p.

Saade L. (2005). *Agir ensemble pour une gestion plus efficace des services de l'eau potable et l'assainissement en Haïti*. Projet CEPALC/Fondation W. K. Kellogg. UN. Mexique. 44 p.

Saleth R. M. et Dinar, A. (1999). *Water challenge and institutional response : a cross country perspective* 50 pages p.

Schlumberger (2007). Aquifer storage and recovery in arid environments. *In* Schlumberger water

- services, *Case study* (p. 2). United Arab Emirates,
- Schlumberger limited (2013). Aquifer, storage and recovery. *In Schlumberger. Water resources.* <http://www.slb.com/services/additional/water/resources/asr.aspx> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Senecal, C. et Madramootoo C. A. (2012). *Tools for the implementation of integrated water resources management (IWRM).in the Caribbean : The legacy of the Caribbean Water Initiative.* Conference Topic : Integrated Water Resources and Coastal Areas Management édition, Canada, 11 p.
- Smukler S., Fisher A., Magloire E. et Finnigan M. P. (2011). *Port-à-Piment Agriculture, Forestry, and Environment program.* Project report. Columbia University-Organization for the Rehabilitation of the Environment. 10p.
- Société Audubon Haïti (s. d.). Mission. *IN Société Audubon Haïti. Home.* <http://audubonhaiti.org/> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Stolton S. et Dudley N. (2007). Gérer les forêts pour fournir de l'eau plus propre aux populations urbaines. *IN Archives de documents de la FAO. Les forêts et l'eau.* <http://www.fao.org/docrep/010/a1598f/a1598f10.htm> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Sweeney, V., Aquino, P., Williams, C. et Robinson, F. (s. d.). *Brochure : Intergrated water resources management (IWRM).in the islands of St. Kitts and Nevis.* St. Kitts and Nevis, 2 p.
- Sydney Catchment Authority (2011). Healthy catchments strategy - Overview. *In NSW. Healthy Catchments strategy 2009-2012.* http://www.sca.nsw.gov.au/the-catchments/healthy-catchments-strategy-2009_2012/overview (Page consultée le 24 mars 2013).
- The Art of living (2013). Haïti reforestation project. *IN The Art of living. Tree plantation.* <http://www.artofliving.org/haiti-reforestation-project> (Page consultée le 1er février 2013).
- The Green Belt Movement (2013). Tree planting for watersheds. *In The Green Belt Movement. What we do.* <http://www.greenbeltmovement.org/what-we-do/tree-planting-for-watersheds> (Page consultée le 24 mars 2013).
- Toolbox (2008). Toolbox. *In Global Water Partnership. ToolBox Intergrated water resources management.* <http://www.gwptoolbox.org/> (Page consultée le avril/ 24 2013).
- Turks and Caicos National Trust (1992). Mision. *IN Facebook. Información.* <https://www.facebook.com/pages/Turks-Caicos-National-Trust/423305771018459?sk=info> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- UCC-Water (2010). *From concept to practice : Key features, lessons learned and recommendations from implementation of the IWRM 2005 target.* UNEP édition, 20 p.

- UK Overseas Territories Conservation Forum (2011). *Annual report April 2010 – March 2011*. UK Overseas Territories Conservation Forum. 16 p.
- UN Stabilization mission *IN* Haïti (2006). Haïti : QIPS – Inauguration de citerne et de bassin de rétention. *IN* Reliefweb. *Updates*. <http://reliefweb.int/report/haiti/ha%C3%Afti-qips-inauguration-de-citerne-et-de-bassin-de-retention> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- UN Stabilization mission in Haïti (2013). Les Casques bleus inaugurent un nouveau système de filtrage de l'eau. *IN* Reliefweb. *Updates*. <http://reliefweb.int/report/haiti/les-casques-bleus-inaugurent-un-nouveau-syst%C3%A8me-de-filtrage-de-l%E2%80%99eau> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- UNEP (2002). *Les eaux douces : Amérique latine et Caraïbes IN GEO : Global environment outlook*. <http://www.unep.org/geo/geo3/french/293.htm>. (Page consultée le 23 novembre 2012).
- UNEP-WCMC (2009). *Impacts of Climate Change on Biodiversity : A review of the recent scientific literature*. October 2008. Revised March 2009. UNEP-WCMC, Cambridge, U.K.
- UNESCO (2009). *Intergrated water resources management in action : dialogue paper*. UNESCO édition, France, 22 p.
- Walker, B., Salt, D. et Reid, W. (2006). *Resilience Thinking : Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press, 174 p.
- Walling L. J., Douglas C., Mason M. et Chevannes-Creary M. (2005). *Caribbean environment outlook*. UNEP. 122 p.
- Wheeler W. (2011). Cholera and Cooperation plan into Haïti reforestation. *IN* National geographic. *Daily news*. <http://news.nationalgeographic.com/news/2011/01/110113-haiti-cholera-reforestation-water-floods-hurricane-earthquake/> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- Who-Unicef (2010). *Progress on sanitation and drinking water : Update*. WHO-UNICEF Joint monitoring programme for water supply and sanitation. 60 p.
- Wildlife Conservation Society (2013). Zapata Swamp, Cuba. *IN* Wild Conservation Society. *Saving wild places*. <http://www.wcs.org/saving-wild-places/latin-america-and-the-caribbean/zapata-swamp-cuba.aspx> (Page consultée le 1^{er} février 2013).
- World water forum (2012). *Contribute to food security by the optimal use of water : Target 4.1 et 4.2 report*. World water forum. Americas region. 11p.